O NOVO NORTE
PROGRAMA OPERACIONAL REGIONAL DO NORTE
QUADRO DE REFERÊNCIA ESTRATÉGICO NACIONAL
UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

GUIA

para a

REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS

PORTAL DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL,
Av. Dr. António Macedo, 574 I 4454-515 Matosinhos
http://www.csustentavel.com
mailto:csustentavel@csustentavel.com

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 5
   1.1. Requisitos mínimos 5
   1.2. As boas práticas PCS 6
2. RESUMO DE BOAS PRÁTICAS 6
   2.1. Consulta aos utilizadores (moradores) 8
   2.2. Benefícios para os proprietários 9
3. ENVOLVENTE TÉRMICA 9
   3.1. Pontes térmicas 11
   3.2. Fachadas 13
      3.2.1. Paredes duplas com caixa-de-ar 13
      3.2.2. Paredes simples 14
      3.2.3. Isolamento pelo interior 14
      3.2.4. Isolamento pelo exterior 16
   3.3. Pavimentos 17
      3.3.1. Pavimentos existentes 18
      3.3.2. Características de isolamento de pavimentos 18
      3.3.3. Pavimentos sobre estrutura de madeira 18
   3.4. Coberturas 19
      3.4.1. Coberturas inclinadas não habitadas 19
      3.4.2. Coberturas inclinadas habitadas 20
      3.4.3. Coberturas planas 21
      3.4.4. Coberturas verdes (ajardinadas) 22
4. JANELAS E PORTAS 23
   4.1. Valores de Referencia para caixilhos e vidros 25
5. VENTILAÇÃO E ESTANQUIDADE 25
   5.1. Ventilação híbrida e mecânica 26
   5.2. Ventilação com recuperador de calor 27
   5.3. Estanquidade 28
   5.4. Desvantagens da falta de estanquidade 29
6. CLIMATIZAÇÃO E AGUA QUENTE SANITÁRIA (AQS) 30
   6.1. Climatização 31
      6.1.1. Eleição do combustível 31

6.1.2. Melhorias recomendadas 31
6.1.3. Caldeiras de condensação 32
6.1.4. Caldeiras mistas 32
6.1.5. Radiadores 32
6.1.6. Sistemas elétricos 33
6.1.7. Sistemas alternativos de aquecimento 33
6.2. Arrefecimento. Melhorias recomendadas. 34
6.3. Regulação 34
6.4. Tubagem 35
6.5. Sistemas comunitários 35
7. ILUMINAÇÃO E EQUIPAMENTOS 35
7.1. Iluminação 35
7.1.1. Iluminação comunitária 36
7.1.2. Iluminação exterior 36
7.2. Equipamentos 37
7.3. Etiquetas energéticas 37
7.4. Facilitar a informação 39
8. TECNOLOGIAS RENOVÁVEIS E BAIXO CONSUMO ENERGÉTICO 39
8.1. Fotovoltaica 40
8.2. Eólica 40
8.3. Micro cogeração 41
8.4. Biomassa 42
8.5. Geotérmica 43
8.6. Solar térmica para AQS 44

1. INTRODUÇÃO

A utilização racional da energia é uma necessidade, devido principalmente à disponibilidade limitada dos recursos naturais e à sua capacidade, também limitada, da absorção de gases com efeito de estufa do planeta sem produzir impactos ambientais negativos. Assim, os Estados Membros da UE deverão tomar as medidas necessárias para garantirem que se estabelecem requisitos mínimos de eficiência energética, de modo a que todos os edifícios públicos construídos na Europa tenham um consumo de energia quase nulo a partir de 31 de Dezembro de 2018 e 31 de Dezembro de 2020 para todos os edifícios do setor privado.

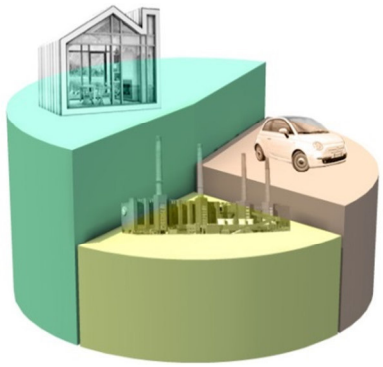


Fig 1. Distribuição do consumo de energia na União Europeia (Fonte: Comissão europeia)

Tendo em conta que, aproximadamente 41% do consumo total de energia na União Europeia corresponde aos edifícios, o aumento da eficiência energética neste setor constitui uma das medidas mais importantes, necessárias para reduzir a dependência energética da União por um lado, e diminuir as emissões de gases de efeito de estufa por outro lado[2]. Por isso, todos os edifícios deveriam ser desenhados, construídos e reabilitados, de forma a pouparem energia, reduzindo as emissões de CO_2 associadas. As recomendações que se apresentam neste guia concentram-se nos edifícios de habitação existentes.

1.1. Requisitos mínimos

Quem realizar obras de reabilitação deve, por lei, valorizar a obra de forma a poupar energia. O que implica que um elemento construtivo, como por exemplo, uma fachada, cumpra os requisitos estipulados no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), que fixa os requisitos mínimos a cumprir. Na tabela seguinte podem ver-se os elementos a alterar, que podem prever tanto requisitos mínimos no REH como boas práticas a apresentar neste guia,

Elemento	Requisitos mínimos no REH	Boas práticas PCS
Alteração de uso	sim	sim
Ampliação	sim	sim
Construção de paredes, tetos e solos	sim	sim
Troca de caixilharias	sim	sim
Sistemas de climatização	sim	sim
Iluminação e energias renováveis	sim	sim

Tabela 1. Elementos previstos no REH e boas práticas PCS

1.2. As boas práticas PCS

Atualmente, os edifícios absorvem mais de 40% do consumo final de energia e são responsáveis por 36% das emissões de CO_2 para atmosfera em toda a Europa[1]. O que contribui para as alterações climáticas.

Para ajudar a minimizar os efeitos destas alterações climáticas, pretendemos através deste guia colocar à sua disposição uma gama de soluções técnicas que ajudam os profissionais e consumidores portugueses a reabilitar os seus edifícios com níveis melhorados de eficiência energética.

Este guia pretende expor as melhores práticas para uma intervenção mais eficiente nos edifícios, reduzindo as emissões de CO_2, poupando energia e dinheiro e melhorando o ambiente. A eficiência energética tem um papel fundamental na redução do consumo de combustível e permite-nos alcançar o nível de conforto desejado para os nossos edifícios.

A reabilitação em Portugal tem um papel importante no cumprimento dos níveis máximos de emissões de CO_2 a longo prazo. Ir mais além dos requisitos mínimos do REH (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação, de acordo com o D.L. 118/2013) e adotar os níveis de boas práticas aqui expostas sempre que seja técnica, funcional e economicamente viável, dará lugar a níveis muito superiores de eficiência energética.

2. RESUMO DE BOAS PRÁTICAS

Tanto para a reabilitação integral de um edifício ou apenas para a reabilitação de uma parte, é possível adotar boas práticas de construção. Estas medidas melhoram a eficiência energética e reduzem as emissões de CO_2 dos edifícios. É importante salientar que tanto na construção de novos edifícios como na reabilitação, não há soluções únicas adaptáveis e iguais em todos os edifícios. Cada caso é um caso. Por isso são detalhadas várias opções que se podem enquadrar em vários perfis. Mas a especificação a adotar dependerá, na sua maioria, da proposta mais económica e da solução construtiva ideal para aquela situação.

1 I Fachadas
2 I Coberturas
3 I Pavimento
4 I Vãos (portas e janelas)
5 I Ventilação e estanquidade
6 I Climatização e AQS
7 I Iluminação
8 I Eletrodomésticos
9 I Renováveis
10 I Economia de água

Fig 2. Identificação de zonas de melhorias recomendadas descritas na Tabela 2

	MELHORIAS
FACHADAS	Sempre que possível isolar as fachadas de forma a conseguir um valor de U entre 0,30 e 0,40 [W/($m^2.^0C$)] (em função da zona climática e orientação solar)
COBERTURAS	Como boa prática, ao instalar o isolamento térmico, deve conseguir-se um valor máximo de U entre 0,30 e 0,80 [W/($m^2.^0C$)] (em função da sua zona climática e orientação solar). As coberturas verdes são excelentes isolantes térmicos.
PAVIMENTOS	Os pavimentos em contacto com o solo devem ser isolados de forma a se obter um valor máximo de U de 0,50 [W/($m^2.^0C$)] (dependendo da geometria do solo e da zona climática)
VÃOS	Se decidir conservar as caixilharias existentes melhore o seu isolamento colocando fitas isoladoras. Caso possa substituí-las opte por caixilharias de material reciclado ou passível de ser reciclado. As novas caixilharias devem ter um valor máximo de U entre 2,40 e 2,90 [W/(m2.0C)] e um fator solar de vidro máximo de 0,56 (em zonas climáticas de forte radiação no Verão e classe de inércia forte). No caso das portas, opte por aquelas que ofereçam um bom isolamento térmico e acústico.
VENTILAÇÃO E ESTANQUIDADE	O objetivo é tentar reduzir ao máximo todos os caminhos possíveis de penetração de ar de forma incontrolada (infiltrações), como caixilharias mal isoladas, fissuras nos batentes, etc. Instale sistemas de controlo de caudal de ventilação e, se possível, com recuperadores de calor incorporados.
CLIMATIZAÇÃO E AQS	Os sistemas de climatização e de AQS são desenhados e instalados de acordo com o REH.
ILUMINAÇÃO	Ao ter de substituir a cablagem de iluminação opte por colocar acessórios dedicados especificamente à iluminação que só aceitem equipamentos de baixo consumo. Preferencialmente, mais de 75% de todas as luzes fixas devem ser de baixo consumo.
ELETRODOMÉSTICOS	Deve sempre optar por eletrodomésticos que, de acordo com a sua certificação energética, sejam de baixo consumo (A+ ou A++)
RENOVÁVEIS	Para tirar o maior partido de uma melhoria energética significativa, aconselha-se vivamente a colocação de tecnologias á base de energias renováveis, tais como água quente solar ou energia fotovoltaica, para reduzir ainda mais o impacte ambiental.
ECONOMIA DE ÁGUA	Para reduzir o consumo de água instale redutores de caudal nas torneiras e chuveiros. E se substituir torneiras, opte por torneiras isentas de chumbo. Pode ainda instalar cisternas para reutilização de águas cinzentas ou aproveitamento de águas pluviais.

Tabela 2. Melhorias recomendadas a cada situação

Ao contrário do que muitas vezes se pensa, é possível integrar melhorias em eficiência energética com praticamente qualquer reparação, o que significa que não precisa esperar pela reabilitação total do edifício. É sempre mais económico integra-las, do que instala-las em separado. Algumas dessas oportunidades podem ver-se na tabela seguinte (Tabela 3):

MELHORIA	Oportunidade																		
	Isolamento de paredes	Portas e janelas eficientes	Isolamento de fissuras e	Isolamento de paredes	Ventilação e infiltrações	Isolamento de coberturas	Cobertura verde / fachada	Isolamento de tubagens de	Ventilação do espaço interior	Isolamento de pavimentos	Colocação de sombreamento	Iluminação de baixo consumo	Isolamento do termos sifão	Controles de caudais de ar	Caldeira eficiente	Fontes de energia renovável	Redutores de caudal de água	Torneiras isentas de chumbo	Equipamentos eficientes
Reparação de cozinhas	X	X	X		X			X				X	X	X	X		X	X	X
Reparação de WCs	X	X	X		X			X				X	X	X	X		X	X	
Rebocar paredes	X		X																
Reparação de fachadas		X		X			X				X								
Nova cablagem	X				X			X		X		X							
Novas portas e janelas		X			X						X								
Novo revestimento	X		X																
Novo / Reparação cobertura						X	X	X	X										
Piso em contacto c/solo								X		X									
Reparação de canalização								X		X							X	X	
Segurança		X																	X

Tabela 3: Oportunidades de integração de medidas de eficiência energética

2.1. Consulta aos utilizadores (moradores)

Os moradores são os primeiros interessados nas intervenções de melhoria nos edifícios, pelo que devem ser implicados nas decisões que afetam os edifícios que ocupam e utilizam. O que se pode fazer sob varias formas:

- Reuniões com grupos de moradores (reuniões de condomínio p.ex.);
- Pesquisas e inquéritos;
- Visitas ao domicílio;
- Uma política geral de consultas (especialmente se não houver ocupantes…);

O pessoal da manutenção deve também implicar-se no processo de tomada de decisão. Para ajudar os utilizadores a sentirem-se implicados, os gestores, devem:

- Partilhar as propostas;
- Facilitar o acesso à informação para permitir uma escolha fundamentada;
- Ouvir os vários pontos de vista dos utilizadores (se possível);
- Deixar espaço para consultas.

2.2. Benefícios para os proprietários

É mais barato incorporar medidas de poupança energética nos trabalhos planeados de melhoria e reparação, do que agir só após os problemas instalados.

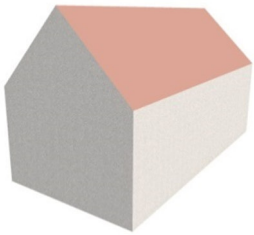
As soluções integradas de isolamento recomendadas neste documento reduzirão ou até mesmo eliminarão as condensações, as humidades e o aparecimento de fungos, que muitas vezes são a causa dos custos avultados de trabalhos de reparação como os de manutenção geral.

CONSELHOS SOBRE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS:

Os conselhos que se seguem podem ser úteis para criar um programa de recomendações sobre energia que permita aos moradores de um edifício fazer um uso efetivo dos seus sistemas de climatização e ventilação:

- Após a reabilitação, deve ser criado um manual de utilização para ser divulgado, entre os moradores, como utilizar o seu edifício para ser energeticamente eficiente;
- Deve ser nomeado um representante dos moradores, que seja devidamente informado sobre estas questões;
- Nas reuniões de condomínio deverão ser debatidas as faturas energéticas e estudar formas de as reduzir;
- A iluminação mais eficiente deve estar na ordem do dia, devendo sempre haver informação sobre as lâmpadas LED;
- Coloque sempre que haja novidades, no elevador ou outros locais visíveis, informação sobre eficiência energética.

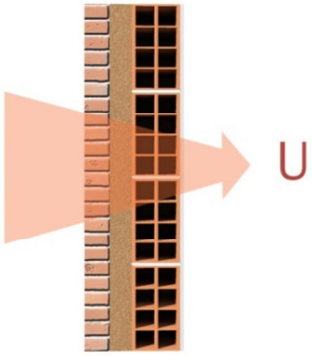
3. ENVOLVENTE TÉRMICA



Nesta secção vamos abordar as formas de isolar da maioria das construções e sugerir a melhor prática para cada uma das soluções apresentadas.

Importa referir que todos os elementos expostos e semi-expostos de um edifício deveriam ser isolados o melhor possível desde a sua construção. Isto desde logo minimizaria a perda de calor da forma mais económica e reduziria as pontes térmicas[2]. O trabalho de isolamento feito a montante é muito mais eficiente que as posteriores medidas de correção em calafetação de portas e janelas para reduzir fugas e melhorar o conforto térmico.

O comportamento térmico dos elementos construtivos caracteriza-se através do seu coeficiente de transmissão térmica[3] (U).

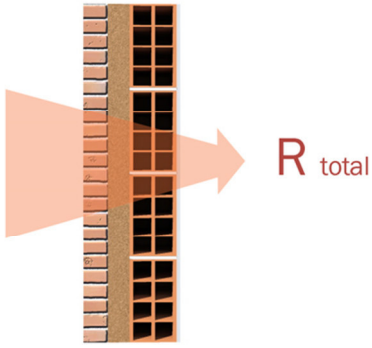


NÃO ESQUECER: VALORES BAIXOS DE U = MELHOR ISOLAMENTO!

No geral, o valor de transmissão térmica é inversamente proporcional à resistência térmica[4] de um elemento construtivo. Os materiais de isolamento térmico caracterizam-se pela sua resistência térmica (R) em vez do seu valor (U), reservado para caracterizar a solução construtiva.

A resistência térmica calcula-se mediante a fórmula: R = e/ƛ , de onde **R** é a resistência térmica do isolamento em $m^2.^0C/W$, e **e** a espessura do material em metros e **ƛ** é a condutibilidade térmica do material em $W/m.^0C$

Para comparar os diferentes isolamentos de diferentes espessuras e diferentes condutibilidades térmicas, calcula-se o valor de R. Aquele que tiver o valor mais alto de R, terá melhores prestações térmicas. Pelo que, não é um valor de ƛ baixo que determina a eficácia do isolamento.



NÃO ESQUECER: VALORES ALTOS DE R = MELHOR ISOLAMENTO!

Se se conhece um valor de R necessário, é possível calcular a espessura necessária para determinado material de isolamento.

Elemento Construtivo existente	Valor máx. de U W/m².ºC	Medida de melhoria (atendendo a que as necessidades de dependem dos materiais de isolamento e da zona climática)	Valor de U W/m².ºC	
			REH (refª)	PCS (expectativa)
Parede dupla com cx de ar	1,45 a 1,75	*Se possível, preencher a cx de ar com isolamento de forma a ser possível um valor de U entre 0,40 e 0,80. Se a espessura da cx de ar não possibilitar um correto isolamento, este deverá ser aplicado pelo interior ou pelo exterior, neste caso através de um sistema etics.* PCS: pode sempre preencher a cx de ar através de um isolamento projetado, para além de colocar se possível isolamento pelo exterior. E só quando não for possível pelo exterior, colocar pelo interior. Com espessuras nunca inferiores a 40 mm e que podem ir até 140 mm	0,30 a 0,50	0,20 a 0,40
Parede simples	1,45 a 1,75	*Isole pelo interior ou pelo exterior, através do sistema ETICS ou fachadas ventiladas.* REH: Necessitará entre 20 a 60 mm de isolamento. PCS: Recomenda-se o isolamento pelo exterior, através do sistema ETICS sempre que possível ou pelo interior, utilizando as placas Gypcork ou ainda uma combinação de aglomerado de cortiça + gesso laminado. Variando as espessuras entre 60mm a 140 mm.	0,30 a 0,50	0,20 a 0,40
Pavimentos	0,90 a 1,25	*Isole por cima ou por baixo da estrutura. Se possui pavimento de madeira assente sobre ripas, pode melhorar o comportamento térmico isolando também entre as ripas.* REH: Necessitará entre 40 a 60 mm de isolamento. PCS: Necessita entre 60 a 100 mm de isolamento.	0,25 a 0,40	0,20 a 0,40
Cobertura inclinada	0,90 a 1,25	*Isole por cima da estrutura horizontal. Pode utilizar isolamento em forma de manta. Se for estrutura de madeira, coloque uma primeira camada de isolamento entre as vigas e se necessário, uma segunda camada cruzada por cima das vigas.* REH: Necessitará entre 50 e 90 mm de espessura de isolamento. PCS: Necessitará entre 130 e 200 mm de isolamento.	0,25 a 0,40	0,16 a 0,24
Cobertura plana	0,90 a 1,25	*Após a impermeabilização coloque o isolamento por cima da cobertura (pelo exterior), sob uma proteção pesada de gravilha ou lajetas.* REH: Necessitará entre 50 e 90 mm de espessura de isolamento. PCS: Necessitará entre 130 e 200 mm de isolamento.	0,25 a 0,40	0,16 a 0,24
Coberturas Verdes	-	*As coberturas ajardinadas são uma enorme mais-valia para o ambiente construído. A espessura do substrato, a colocação do isolamento, a drenagem e o tipo de plantas, devem ser devidamente dimensionadas. Por serem elementos naturais não permitem grandes flutuações de temperatura, mantendo o ambiente interior a uma temperatura de conforto constante.*	-	0,16 a 0,24
Janelas	Superfície de vãos: entre 20% a 40% Caixilhos: 2,2 a 5,8 Vidros: 1,1 a 5,8	*Se dispõe de caixilharia em madeira, pode sempre recupera-la, desempenando-a e adicionando-lhe tapa juntas se se justificar.* REH: caixilharia metálica com rotura de ponte térmica, PVC ou de madeira. Vidros de 4/6/4 com ar árgon, na câmara-de-ar, sendo necessário nas zonas climáticas de maior exigência, uma capa interior de baixa emissividade. Fator solar máx. dos vidros 56%. PCS: caixilhos em fibra de vidro. Vidros 4/6/4 ou 4/12/4 com ar árgon na câmara-de-ar e uma capa no seu interior de baixa emissividade. Em zonas climáticas em forte radiação solar no Verão deve optar por vidros com fator solar abaixo de 55%.	1,1 a 5,8	2,2

Tabela 4. Resumo de normas recomendadas de isolamento térmico

3.1. Pontes térmicas

Indicamos as recomendações mínimas para reduzir o efeito negativo de algumas pontes térmicas. No entanto, importa referir que a sua melhor prática é a sua eliminação completa. A ponte térmica é muito comum nos edifícios antigos. Mesmo com a colocação posterior de isolamento podem acontecer pontos frios nas paredes interiores, originando condensações. Deve ter-se especial cuidado quando:

- É utilizado isolamento pelo interior;
- A estrutura de betão, lajes de solo e vigas de betão se encontram expostas.

- Salienta-se que o efeito negativo das pontes térmicas aumenta conforme se aumenta o nível de isolamento dos restantes elementos do edifício, sem corrigir estas.

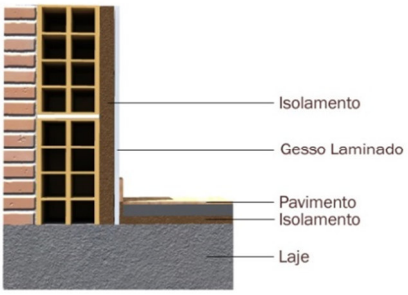
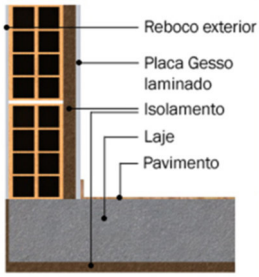
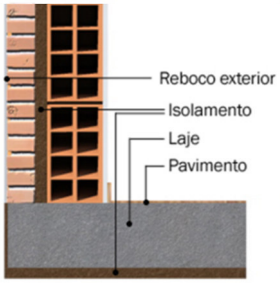
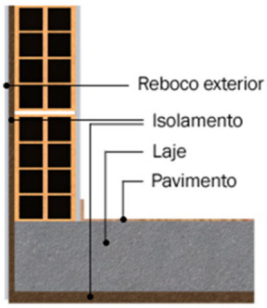
CORREÇÃO DE PONTE TÉRMICA	BOAS PRÁTICAS PCS
PAVIMENTOS ISOLADOS PELO INTERIOR	
 (o isolamento é colocado sob o revestimento)	*Aplique o isolamento no solo contra a placa de gesso cartonado para evitar a ponte térmica. Nota: deve ter-se em atenção os ajustes nas zonas de portas e escadas.*
PAVIMENTOS ISOLADOS PELO EXTERIOR	
   (o isolamento contorna toda a estrutura)	*Sempre que os pavimentos se encontrem expostos a locais não aquecidos, e se opte pelo isolamento pelo exterior, deve isolar-se tanto a parte em contacto com a zona não aquecida como o contorno de toda a estrutura, nos vários casos, como se indica nas imagens.*

Tabela 5. Melhorias recomendadas para correção de ponte térmica

RECOMENDAÇÃO: Deve ter-se sempre em conta a solução de reabilitação adequada a cada caso de ponte térmica.

3.2. Fachadas

3.2.1. Paredes duplas com caixa-de-ar

As paredes duplas com caixa-de-ar vazia podem e devem ser preenchidas em qualquer momento, reduzindo assim a perda de calor até 60%. O custo aproximado de isolamento de uma parede oca com 5 cm de cx de ar é cerca de 8€ por m^2, que é recuperável em aproximadamente, cerca de 2 anos, com a poupança gerada de energia.

3.2.1.1. Descrição

A instalação de isolamento nas paredes vazias é um trabalho a ser feito por um especialista e deve ser adjudicado através de contrato de trabalho a um técnico devidamente certificado e qualificado para o efeito para proporcionar a devida garantia.

3.2.1.2. Adequação das caixas-de-ar

Nem todas as paredes com caixa-de-ar se podem preencher com isolamento. Há casos em que a caixa-de-ar se encontra obstruída por uma execução defeituosa. Nestes casos o melhor é trata.la como uma parede simples.

Regras para as caixas-de-ar: A boa prática recomendada pelo PCS no que se refere a eficiência energética, para as paredes com caixa-de-ar oca, é preenche-las com isolamento projetado, podendo neste caso ser realizado por um sistema composto por fibras de vidro reciclado[2], não combustíveis e inorgânicas, e por uma emulsão adesiva sintética à base de água (classificada como não perigosa).

Este sistema é adequado para qualquer estrutura existente, assegurando um isolamento contínuo sem pontes térmicas ou acústicas, e tem uma inércia térmica acima da média.

Contudo se se alterar a superfície interior, também vale a pena pensar em colocar uma placa de gesso laminado sobre um isolamento para melhorar o comportamento térmico.

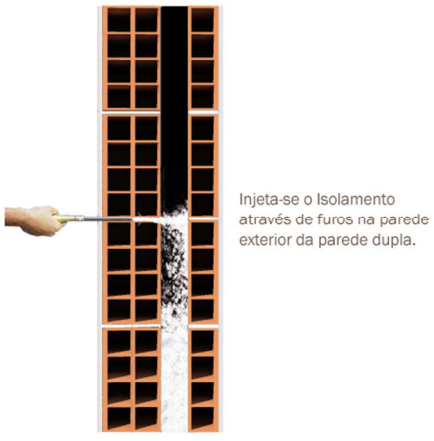


Fig 3. Enchimento de cx de ar através de furos na parede

Considera-se uma boa prática preencher as caixas-de-ar quando se realizam as seguintes atividades:

- Reparação do reboco exterior e/ou interior;
- Fechar um terraço;
- Substituir um sistema de aquecimento (pois pode permitir o desenho de um sistema mais pequeno e provavelmente mais económico).

3.2.2. Paredes simples

As paredes de uma folha podem-se isolar interna ou externamente. Uma parede de tijolo convencional de 30x20x22 mm com placa de gesso no interior tem um valor aproximado de U de 1,29 W/m^{0}C.

A mesma parede com isolamento em placa GYPCORK®[3] (placa de gesso e ICB) no interior passa a ter um valor aproximado de U de 0,55 W/m^{0}C.

Isolar uma parede simples conforme as boas práticas poderá significar uma poupança entre 250€ a 300€ ao ano em aquecimento.

Regra para isolar paredes: Aplicar um isolamento com um valor R de 3,0 m^2.^{0}C/W melhorará o seu valor de U até 0,30 W/m^{0}C. Para isso são necessários cerca de 80 a 180 mm de isolamento, dependendo da condutividade térmica do isolamento.

3.2.3. Isolamento pelo interior

A forma de gerar mais economia é sem dúvida a de incluir o isolamento nas paredes no plano de reabilitação. É uma falsa questão instalar um sistema de aquecimento central sem isolar as paredes. Os principais sistemas de isolamento pelo interior são:

- Isolamento aplicado isoladamente sob acabamento;
- Isolamento em placa composta: Gypcork ®

De seguida pode ver-se a aplicação mecânica de placa Gypcork ® - isolamento em aglomerado de cortiça + gesso laminado.

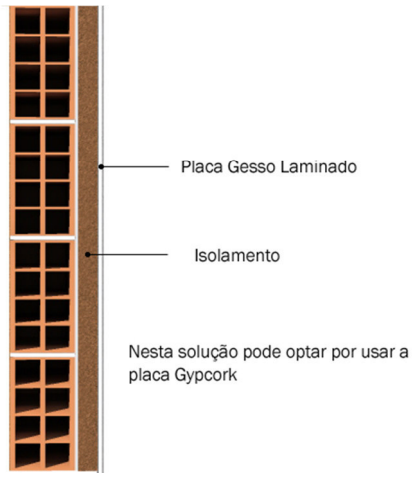


Fig 4. Isolamento aplicado pelo interior

Deve ter-se em consideração o seguinte:

- Aplique uma argamassa que sele qualquer orifício que possa existir na parede para reduzir as perdas;
- Instale as soluções mecânicas, de acordo com as recomendações do fabricante;
- O isolamento deverá contornar todos os vazios e saliências junto de janelas e portas;
- Pode colocar-se qualquer acabamento sobre o gesso laminado, respeitando as recomendações do material.

Fig 5. Fixação da placa Gypcork ®

3.2.3.1. Vantagens do isolamento pelo interior

- É mais económico que isolar pelo exterior;
- Mantem-se a aparência da fachada;
- A parede interna aquece mais depressa;
- É mais fácil de instalar e manter que o isolamento pelo exterior;

3.2.3.2. Desvantagens do isolamento pelo interior

- Há que avaliar as pontes térmicas com atenção;
- A colocação junto a elementos pesados requer fixações específicas;
- Pode proporcionar a redução de espaço indesejável no caso de habitações pequenas;
- Os rodapés, sancas, aros de portas e janelas, apliques de parede, tem de ser retirados;
- É incómodo para os ocupantes.

3.2.4. Isolamento pelo exterior (sistema ETICS)

O isolamento pelo exterior pode ser a forma mais dispendiosa, do ato de isolar. Mas para as construções que necessitem de uma reparação periódica do isolamento, ou quando é necessária uma reparação grande (para reparar infiltrações graves, prevenindo a entrada de chuva, por exemplo), o custo acrescido de colocação do isolamento exterior pode não ser tão significativo. Principalmente se se considerarem as vantagens acrescidas no que se refere à posterior melhoria do comportamento energético do edifício. Importa salientar que a instalação e o dimensionamento dos sistemas de isolamento pelo exterior é um trabalho que deve ser realizado por especialistas.

Uma vez que o isolamento colocado pelo exterior e seus componentes são comuns a todos os sistemas de reboco húmido, os resultados normalmente dependem da espessura utilizada para o isolamento e da qualidade do reboco. O sistema ETICS apresenta vantagens no caso de edifícios com isolamento térmico insuficiente, infiltrações ou aspeto degradado. Além disto, pode diminuir o risco de ocorrência de condensações, tratando de certo modo as pontes térmicas.

Têm sido desenvolvidos diversos sistemas de isolamento térmico de fachadas pelo exterior que são de utilização corrente em diversos países europeus, quer na reabilitação de edifícios, quer em novas construções. Estes sistemas constituem uma ótima solução, tanto do ponto de vista energético como do ponto de vista construtivo.

De um modo geral, os sistemas de isolamento pelo exterior são constituídos por uma camada de isolamento térmico aplicada sobre o suporte e um paramento exterior para proteção, em particular, das solicitações climáticas e mecânicas.

3.2.4.1. Vantagens do isolamento pelo exterior

- Pode-se aplicar com o edifício ocupado;
- Evitam-se as pontes térmicas, exceto em casos em que há varandas;
- Grande variedade de soluções de acabamento;
- Pode-se utilizar para revitalizar e modernizar o edifício, alargando a sua vida útil.

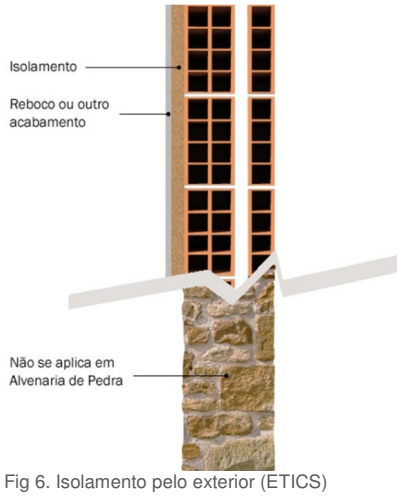


Fig 6. Isolamento pelo exterior (ETICS)

NOTA:

Deve confirmar com o instalador os detalhes de união do isolamento com as calhas, algerozes e bordas dos telhados, os vazios de portas e janelas e outros detalhes. Deve igualmente confirmar se existe permissão do município para alterar a fachada.

3.2.4.2. Desvantagens do isolamento pelo exterior

- Pode alterar muito o aspeto exterior da fachada;
- Pode ser vulnerável a danos por impacto;
- As zonas vulneráveis necessitam de proteção.

Fig 7. Detalhe de instalação do isolamento de um sistema em cortiça (ETICS)

3.3. Pavimentos

As perdas de energia através do solo exposto dependem essencialmente do tamanho e da forma, do tipo de pavimento e da condutividade da solução construtiva. A perda de calor é maior nas extremidades, pelo que a forma é o mais importante. Num conjunto de moradias contíguas, as perdas variam, por exemplo, entre uma moradia com terraço e uma com um sótão. Projetar com um valor U comum suporia recomendar uma espessura de isolamento e acabamento diferente para cada caso. O que não é prático. É mais fácil projetar para um valor de R do que para um valor de U.

Nota: As perdas de calor através do solo podem ser reduzidas até 80% colocando isolamento.

Referencias:

Estrutura de betão simples: R = 0,53 $m^2.^0C/W$

Estrutura metálica: R = 0,40 $m^2.^0C/W$

Estrutura de madeira: R = 0,72 $m^2.^0C/W$

3.3.1. Pavimentos existentes

Quando se mantém o soalho, a única opção possível é instalar o isolamento e um novo soalho por cima. Deve no entanto, ter-se em atenção o revestimento de escadas e os aros das portas.

Com uma espessura de isolamento de 60 a 100 mm é possível obter bons resultados. Quando se troca de soalho, temos oportunidade de incorporar o isolamento. Sempre que possível devemos manter o mesmo nível, o anterior à reparação, de forma a evitar alturas desiguais ou desajustadas em portas e escadas.

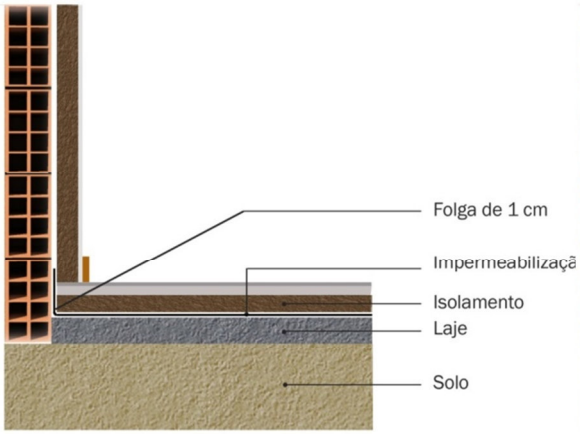


Fig 8. Isolamento sobre a laje

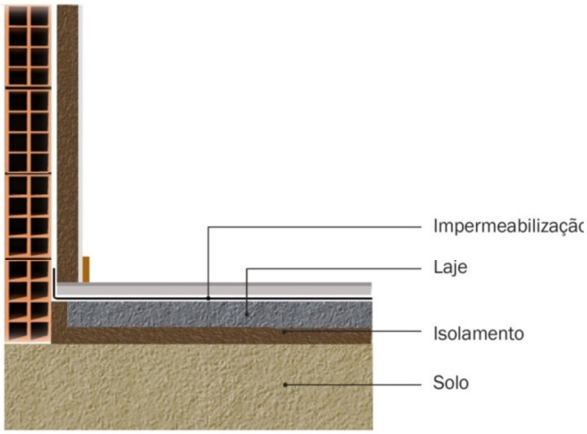


Fig 9. Isolamento sobre a laje

3.3.2. Características de isolamento de pavimentos

Isolamento sobre a laje. Se o isolamento for colocado sobre a laje a habitação aquece mais depressa com o aquecimento ligado. A impermeabilização deve ser colocada logo em cima da laje.

Isolamento sob a laje. É a opção ideal numa habitação orientada a sul. A laje sem qualquer isolamento na superfície absorve o calor e limita o sobreaquecimento. Deve ser colocado um isolamento (valor de R de 0,75 $m^{2}.^{0}C/W$) com a mesma altura que a laje, no perímetro da habitação.

3.3.3. Pavimentos sobre estrutura de madeira

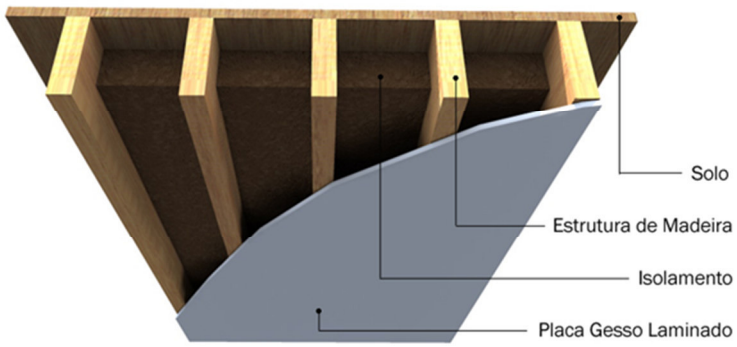


Fig 10. Isolamento sobre estrutura de madeira aplicado por baixo

O isolamento deverá cobrir completamente o espaço entre as vigas e ter a mesma profundidade que as mesmas. Se houver um espaço habitado sobre este, é possível instalar facilmente o isolamento, a partir da sua parte inferior.

Quando não há acesso por baixo, a única forma de isolar é desmontando o pavimento e colocando um novo.

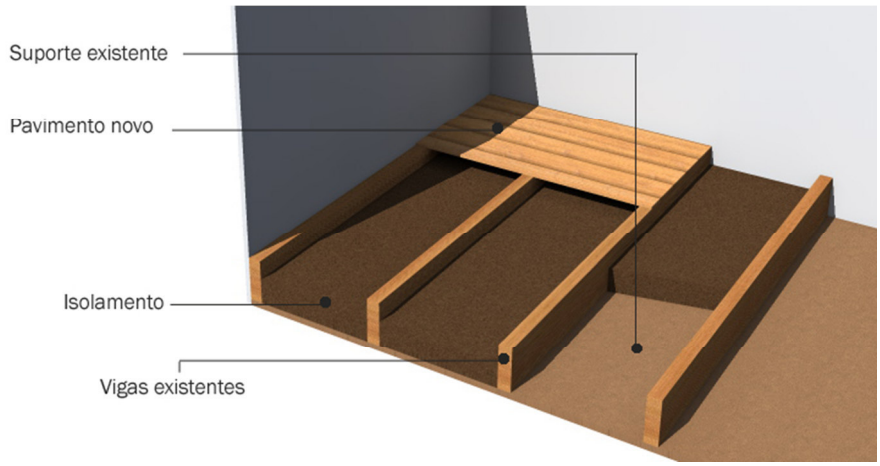


Fig 11. Isolamento sobre estrutura de madeira aplicado no pavimento

3.4. Coberturas

3.4.1. Coberturas inclinadas não habitadas

Este tipo de coberturas são as mais fáceis de isolar e com melhores resultados. Nestes casos, a envolvente térmica define-se pela separação horizontal, pelo que é aqui que devemos isolar.

Se a estrutura é leve, metálica ou de madeira, coloca-se o material de isolamento em duas vezes, sobrepostas perpendicularmente: a primeira ocupando todo o espaço entre vigas e a segunda, da mesma espessura, no sentido perpendicular de forma a cobrir as vigas.

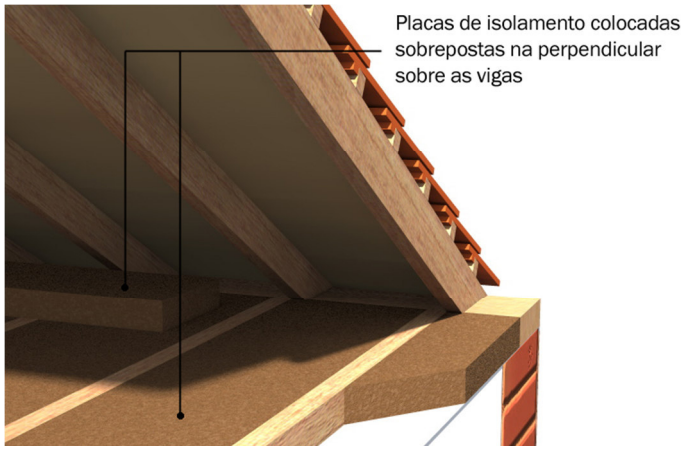


Fig 12. Boa pratica PCS, para isolar coberturas inclinadas não habitadas, em estrutura leve (madeira ou metálica)

Se a estrutura é pesada (betão com tijolos cerâmicos, para criar pendentes) coloca-se o isolamento entre os tijolos. Se houver possibilidade, instala-se outro pano de isolamento pela superfície inferior da laje, de mofo a diminuir o efeito de ponte térmica provocada pelos tijolos.

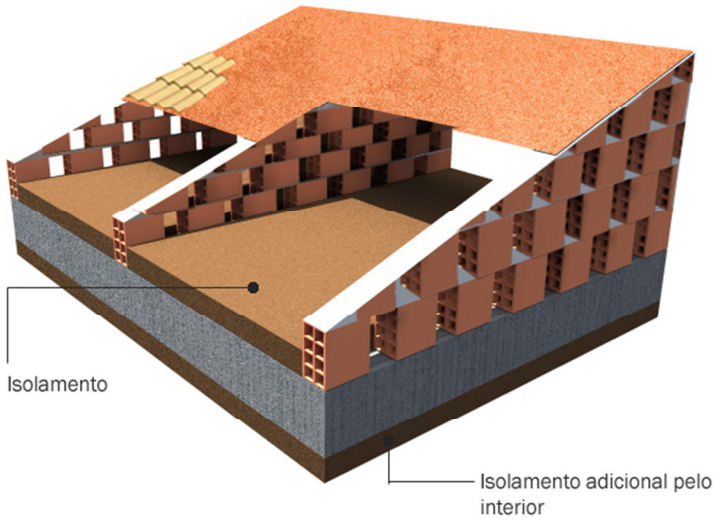


Fig. 13. Boa prática PCS, para isolamento de coberturas inclinadas não habitadas. Estrutura pesada.

O isolamento destas zonas, custa em média cerca de 8 a 10 euros / m^2 o que é recuperável em 2 a 3 anos no máximo, se a zona não tivesse qualquer isolamento.

Referencias:

O ideal seria conseguir-se um valor de U de 0,60 W/(m^2.^{0}C), no entanto para uma reabilitação, alcançar este valor significa grandes espessuras de isolamento (mais de 150 mm), o que significa reduzir o pé direito livre. Nestas situações, pode ser mais prático alcançar valores de U de 0,90 W/(m^2.^{0}C).

3.4.2. Coberturas inclinadas habitadas

Instala-se o isolamento ao nível da cobertura inclinada, imediatamente a seguir ao suporte das telhas (entre as vigas) ou por baixo das vigas (neste caso deve ter-se em conta a redução do pé direito livre)

Em qualquer dos casos se devem ter em conta as condensações superficiais. Deve também dar-se atenção à localização de cozinhas e casas de banho.

Os cabos elétricos devem ficar situados sobre o isolamento para evitar sobreaquecimentos;

Todas as canalizações e depósitos, eventualmente, localizados no desvão de cobertura devem estar devidamente isolados.

Se a estrutura é leve (metálica ou de madeira) o isolamento deve ser colocado em duas vezes, sobreposto na perpendicular: a primeira ocupando todo o espaço entre as vigas e a segunda, da mesma espessura, na perpendicular para cobrir as vigas.

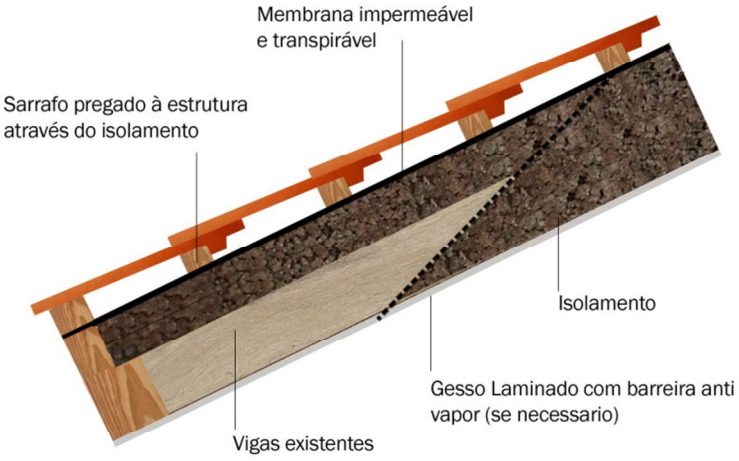


Fig. 14. Boa prática PCS, para isolamento de coberturas inclinadas habitadas em estrutura leve (madeira ou metálica)

Se a estrutura é pesada (betão) coloca-se o isolamento sobre a mesma. Para se obter uma boa prática no que se refere á eficiência energética, a espessura do isolamento deverá ser elevado (80 mm ou mais), haverá casos em que pode ser interessante instalar outra camada de isolamento pelo lado inferior da laje de betão, em vez de uma só muito espessa pelo exterior.

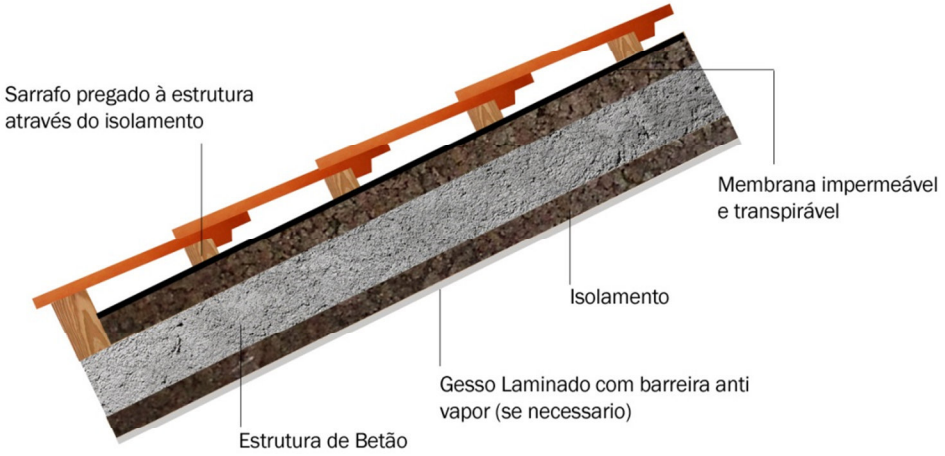


Fig. 15. Boa prática PCS, para isolamento de coberturas inclinadas habitadas. Estrutura pesada.

3.4.3. Coberturas planas

O método preferido para isolar uma cobertura plana é situar a camada de isolamento por cima de plano da cobertura. O isolamento pode-se colocar logo sob a impermeabilização., numa cobertura plana do tipo tradicional, o que recomendamos, por ser o aglomerado de cortiça expandido o isolamento que recomendamos na maioria dos casos. É mais económico adicionar isolamento, do que alterar toda a cobertura.

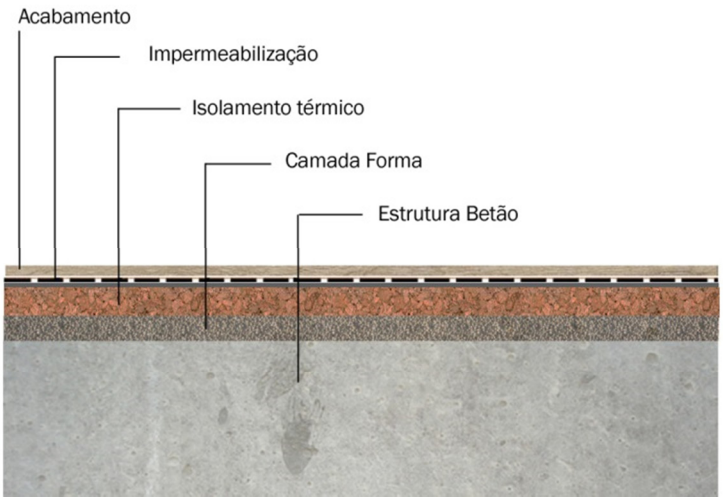


Fig. 16. Boa prática PCS, para isolamento de coberturas planas.

3.4.4. Coberturas verdes (ajardinadas)

Ao contrário do que muitas vezes se pensa, as coberturas ajardinadas são um elemento altamente protetor da impermeabilização. Se bem executada é uma enorme mais-valia para o ambiente construído. A espessura do substrato, a colocação do isolamento, a drenagem e o tipo de plantas, devem ser devidamente dimensionadas. Assim é possível não só contribuir para um maior ambiente verde como para um conforto térmico dentro do edifício melhorado, pois por serem elementos naturais não permitem grandes flutuações de temperatura, mantendo o ambiente interior a uma temperatura de conforto constante.

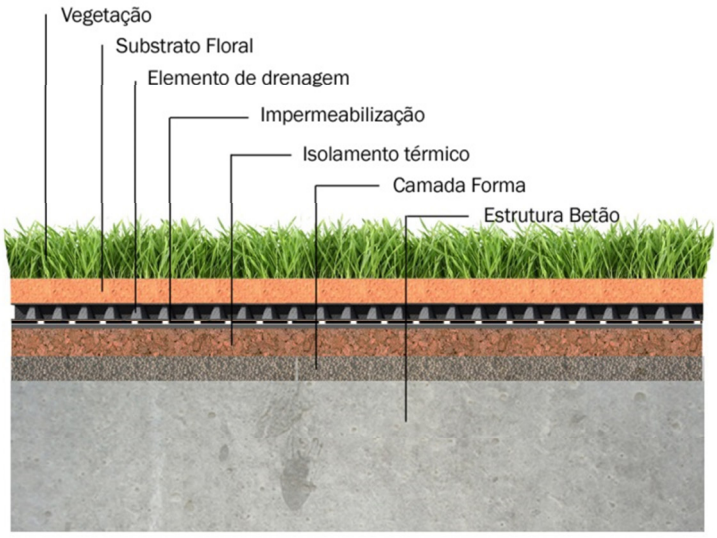
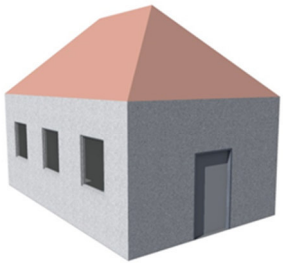


Fig. 17. Boa prática PCS, para isolamento de coberturas verdes.

4. JANELAS E PORTAS



A substituição de janelas e portas pode ter um impacte importante sobre as perdas de calor que se produzem no Inverno e os ganhos solares indesejados que se produzem no Verão. Também se produz um grande impacte proveniente da redução das perdas por infiltrações ao minimizar as correntes de ar. Pois são estes os elementos mais vulneráveis da envolvente dos edifícios, sendo responsáveis por um grande consumo de energia para aquecimento ou para arrefecimento. Cerca de 25 a 30% da energia utilizada para aquecimento, sai para o exterior através de janelas antigas ou de caixilharias ineficientes[5].

Boa prática PCS:

Permeabilidade: Classe 3 ou maior
Parte opaca: U máx de 2,2 W/m^{0}C
Caixilharia janela: U max de 2,2 W/m^{0}C
Vidro: U max de 2,2 W/m^{0}C e fator solar máximo de 0,55 (em zonas climáticas com forte radiação solar no Verão)

As janelas devem ser sempre instaladas por um instalador certificado e seladas na união caixilharia/parede (para reduzir as correntes e perdas de ar nesta união). Uma caixilharia dupla é uma boa opção quando a melhoria térmica deve ser significativa e é necessário manter a fachada do edifício. Também as fitas de isolamento que se vendem em lojas de bricolage não são caras e são fáceis de instalar, e podem melhorar bastante o conforto térmico e reduzir perdas de energia.

O comportamento térmico de uma janela depende de vários fatores, como o desenho, materiais utilizados e combinação dos componentes. Já existe em alguns países da EU, sistemas que comparam as prestações energéticas das janelas e portas. Por exemplo em Inglaterra o sistema, desenvolvido por BFRC[5], permite comparar o comportamento térmico global das janelas. O sistema de qualificação baseia-se no fluxo total anual através da janela (kWh/m^2/ano).

No mercado nacional, foi implementado em 2013, o sistema SEEP Janelas que pretende colmatar uma lacuna na comunicação entre o instalador e o consumidor no momento da recomendação das janelas indicadas para a sua casa. Neste sentido o proprietário passa a saber como selecionar os produtos que respondem às suas necessidades e apresentam o melhor desempenho energético. A etiqueta energética SEEP dota o consumidor de mais informação

para além dos conceitos genéricos que hoje traduz a percepção de janelas eficientes: "vidro duplo" e "corte térmico".

Classe Energética - permite a verificação da classe de desempenho energético, que vai de "G" (menos eficiente) a "A" (mais eficiente). A classe resulta da avaliação do desempenho da janela.

Desempenho Energético - corresponde à performance da janela no mês mais frio e no mês mais quente do ano (Janeiro e Agosto respetivamente), traduzindo a melhor ou pior capacidade de reduzir perdas térmicas no Inverno ou minimizar o sobreaquecimento no Verão. Tudo para o mesmo referencial normativo, o que permite uma comparação entre janelas, para as mesmas condições. Este cálculo é baseado na ISO 18292 de 2011 que contém o procedimento de cálculo para obter o desempenho energético de portas e janelas instalados na envolvente de edifícios residenciais.

Coeficiente de Transmissão Térmica Superficial - é a capacidade que a janela tem de reter a energia (calor e frio) na parte exterior/interior do edifício. Quanto menor for este valor melhor é o coeficiente de transmissão térmica.

Fator Solar do Vidro - é o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vidro e a radiação solar nele incidente. Quanto menor for este valor melhor será o comportamento da janela à incidência da luz solar.

Classe de Permeabilidade ao Ar - é a capacidade que a janela possui para reduzir as infiltrações de ar através da janela. Existem 4 classes, sendo que a classe de permeabilidade com melhor classificação é a 4.

Atenuação Acústica - é a capacidade que a janela tem de atenuar os sons que vêm do exterior da habitação. Quanto maior for este valor, maior será a capacidade da janela em atenuar o ruído.

Fig. 18. Etiqueta energética SEEP

Para além da etiqueta em grande formato fornecida com a janela, cada janela tem também uma etiqueta mais pequena, incorporada no caixilho de forma permanente e que garante a rastreabilidade de cada janela.

Consideremos como exemplo uma habitação com grandes janelas orientadas a Sul. Nesta situação, a escolha de janelas deve ter em especial atenção o fator solar, procurando o valor mais baixo possível para evitar a exposição excessiva à luz solar dos espaços. Aliando ao fator solar baixo, o valor de desempenho energético de Verão e de coeficiente de transmissão térmica superficial reduzidos é possível evitar o sobreaquecimento e melhorar o conforto e o consumo gasto na climatização da habitação no Verão.

4.1. Valores de Referencia para caixilhos e vidros

Elemento	Tipo	U [W/m²K]	Fator solar g [%]	Gás	Observações
Caixilharia	PRFV Janela oscilo-batente (vidro 35mm)	1,94	-	-	Na construção tradicional é comum usarem-se os caixilhos de madeira e alumínio sem rutura de ponte térmica.(características do caixilho em posição vertical)
	PRFV Janela de correr (vidro 36mm)	1,95	-	-	
	PRFV Janela de guilhotina (vidro 22mm)	1,97	-	-	
	Madeira alta densidade	2,20	-	-	
	Madeira baixa densidade	2,00	-	-	
	Alumínio sem rutura de ponte termica	>5,90	-	-	
	Alumínio com rutura <12	4,00	-	-	
	Alumínio com rutura ≥ 12 mm	3,20	-	-	
Vidro	Monolítico 4mm	5,80	0,88	-	Os vidros monolíticos e os duplos *standard* são os mais frequentes na construção tradicional. A letra C indica a situação da proteção solar e baixo emissiva (características para os vidros na posição vertical)
	Monolítico 6 mm	5,70	0,87	-	
	Duplo *standar* 4/6/4	2,85	0,80	Ar	
	Duplo *standar* 4/12/4	2,80	0,78	Ar	
	Duplo baixo emissivo 4/6/4C	1,30	0,60	Argón	
	Duplo baixo emissivo 4/12/4C	1,30	0,59	Argón	
	Duplo baixo emissivo 4/16/4C	1,10	0,59	Argón	
	Duplo baixo emissivo e control solar 4C/6/4C	1,30	0,41	Argón	
	Duplo baixo emissivo e control solar 4C/12/4C	1,10	0,41	Argón	

Tabela 6. Valores referência para caixilhos e vidros[6]

Boa prática PCS:

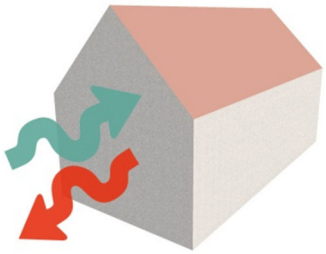
Comparados com outros materiais geralmente utilizados na construção civil no fabrico de janelas verifica-se que os PRFV são aqueles que melhores características apresentam.

Qualquer produto fabricado em fibra de vidro por pultrusão consome, consideravelmente menos recursos naturais e energia, e é mais favorável em termos de emissões, do que um produto semelhante fabricado noutros materiais.

	PRFV	Madeira	PVC	Alumínio
Resistência a fissuras	X		X	X
Resistência ao descasque	X		X	X
Resistência ao empenamento	X			X
Acabamento pintado	X	X		X
Acabamento "Folheado de Madeira"	X	X		
Dilatação/ Contração semelhante ao vidro	X			
Elevada eficiência energética	X	X	X	

Tabela 7, Características dos caixilhos em fibra de vidro (PRFV) [7]

5. VENTILAÇÃO E ESTANQUIDADE



Em todos os edifícios é necessário haver zonas de entrada de ar exterior para ventilação (zonas de impulsão) e outras de saída do ar interior viciado (zonas de extração). A ventilação é necessária para proporcionar aos ocupantes dos edifícios, um ambiente interior saudável e confortável. O principal objetivo da ventilação é eliminar o ar interior contaminado de um edifício e substitui-lo por ar renovado do exterior.

Sempre que o espaço interior for completamente estanque, deve instalar-se um sistema de ventilação controlada. O sistema pode porém, ser híbrido ou mecânico, descartando-se o do tipo natural. Estes dois sistemas podem ser usados no setor residencial e os sistemas mecânicos no setor terciário.

5.1. Ventilação híbrida e mecânica

A ventilação híbrida é aquela que combina a de tipo natural quando as condições de pressão e temperaturas ambientais são favoráveis e a extração mecânica quando as condições naturais não são propícias.

A ventilação mecânica é aquela que usa dispositivos eletromecânicos (admissão mecânica, extração mecânica ou equilibrada) para promover a renovação do ar. As aberturas de admissão situam-se nas zonas de impulsão e as aberturas de extração nas de extração.

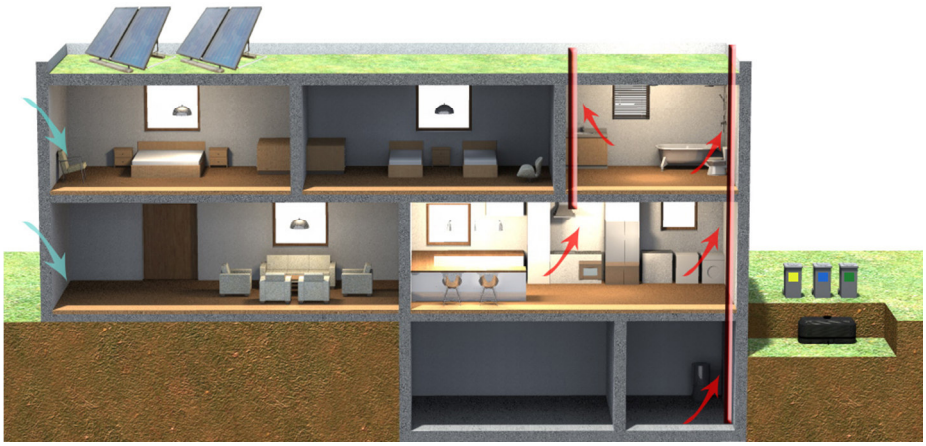


Fig. 19. Ventilação natural

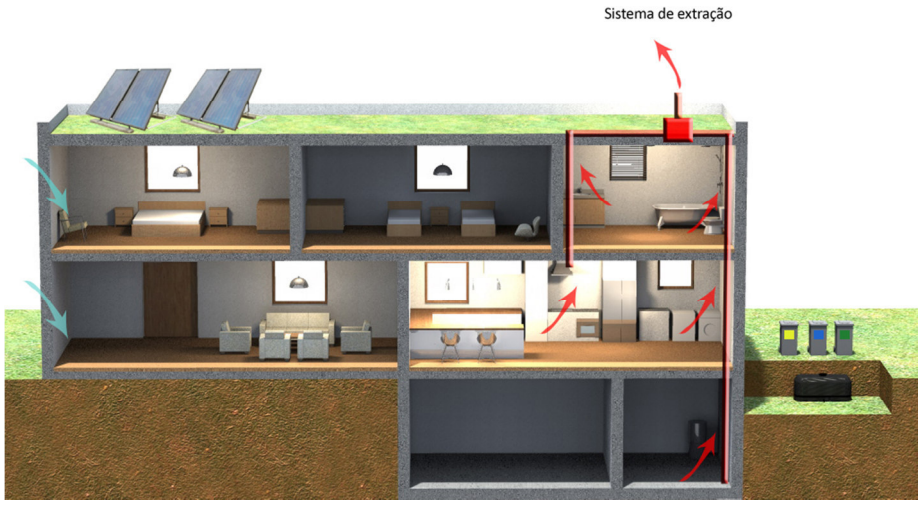


Fig. 20. Ventilação híbrida

Os ventiladores de extração expulsão o ar viciado ou poluído das divisões húmidas (cozinhas e WCs), enquanto se introduz ar renovado no edifício pelas zonas de impulsão.

Os ventiladores extratores de baixa potência com motores de corrente contínua são fáceis de encontrar e podem poupar até 80% da eletricidade necessária para as unidades convencionais. Todos os ventiladores extratores deveriam ter um controlador de humidade para manter a humidade de uma habitação a um nível aceitável, normalmente menos que 70%HR.

Para uma ventilação efetiva, os extratores deveriam estar:

- Tão altos quanto possível;
- Perto da fonte de poluição;
- O mais longe possível da fonte de ar novo;
- Instalados de acordo com as recomendações do fabricante.

A extração mecânica consiste normalmente numa unidade central de ventilação colocada num armário ou no sótão, conectada por condutas ligadas habitação para extrair o ar dos locais húmidos. Deve-se controlar o fornecimento de ar e dispor as grelhas de entrada em sítios que não causem inconvenientes.

É tão importante que os ocupantes tenham conhecimento da importância e do baixo custo do funcionamento dos ventiladores extratores como da localização das grelhas de admissão de ar (por exemplo colocadas nas caixilharias), para que se evitem desativações não intencionais.

A característica da poupança energética mais evidente nestes sistemas é a de que o seu consumo elétrico é extremamente reduzido.

5.2. Ventilação com recuperador de calor

O ventilador com recuperação de calor é uma variante do ventilador extrator, pois incorpora uma troca de calor. Recupera 60% ou mais do calor do ar que é extraído. Esse calor pode ser usado para aquecer o ar que entra no inverno ou para arrefece-lo no verão.

Os ventiladores de recuperação e extração são na sua maioria de duas velocidades, facilitando uma entrada a baixa velocidade e pouco volume de ar, e uma extração forçada a alta velocidade. O ajuste de alta velocidade pode-se controlar manualmente, mediante um sensor de humidade ou um sistema de controle por deteção de uso.

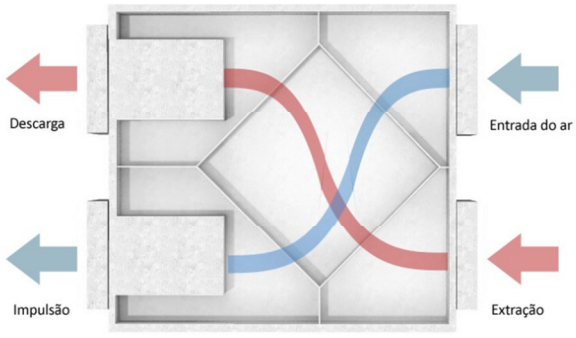


Figura 21: Esquema de um recuperador de calor

As considerações de desenho sobre a localização destes ventiladores com recuperação de calor, são similares às dos ventiladores mecânicos.

Estes sistemas facilitam o cumprimento do regime necessário de ventilação sobre qualquer condição climatérica. No entanto os benefícios de poupança energética só ocorrem em edifícios completamente estanques. Por isso este tipo de sistemas só deveria ser usado em situações de estanquidade superior a $5m^3/(h.m^2)$ com 50Pa de pressão.

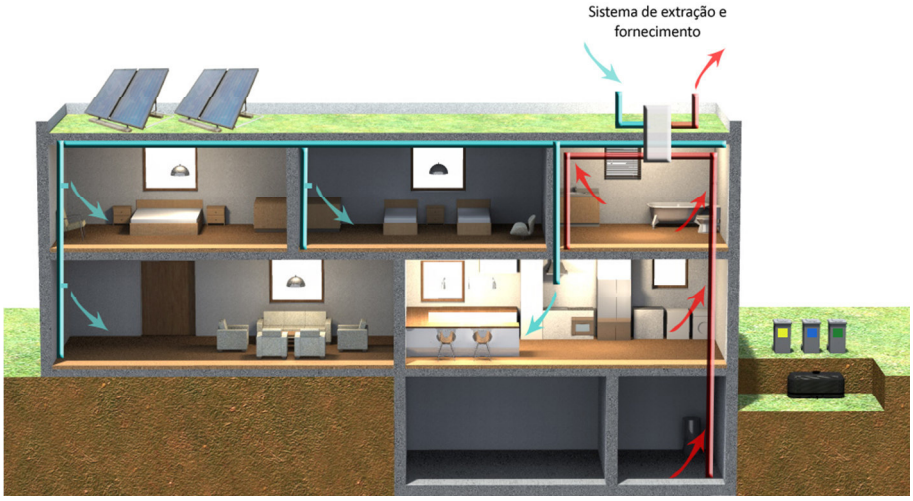


Fig. 22. Ventilação com recuperador de calor

5.3. Estanquidade

Qualquer trabalho de reabilitação deveria ter associado uma estratégia de ventilação e estanquidade. *O objetivo é proporcionar o equilíbrio entre a eficiência energética e a qualidade do ar interior.*

As perdas de ar produzem-se através da infiltração ou saída de ar através de fendas e grelas indesejadas na envolvente do edifício.

Demasiadas perdas ou entradas de ar não controlado conduzem a perdas de calor e incómodas correntes frias.

À medida que melhoram os níveis de isolamento, aumenta a proporção de calor total perdido através de infiltrações.

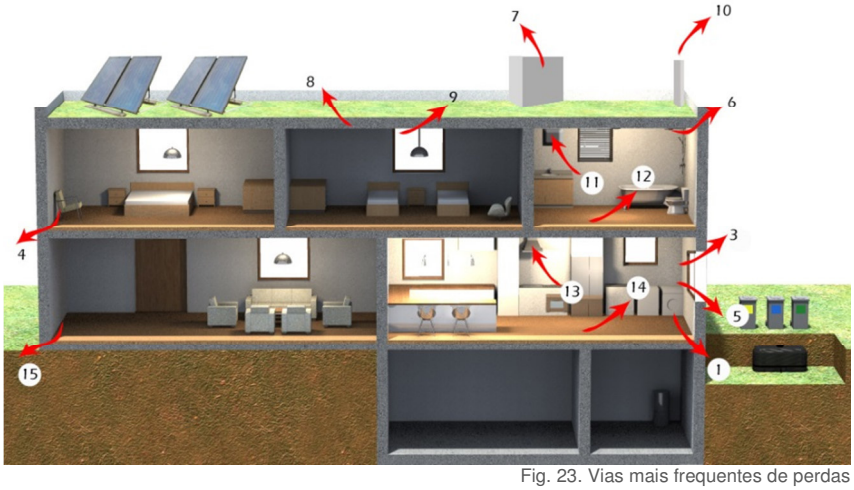
Como parte de qualquer reabilitação importante, deve-se identificar e minimizar as vias de saídas e entradas de ar indesejadas. É possível fazer uma prova de pressão para identificar as vias de saídas e poder corrigi-las.

O potencial de melhoria da estanquidade de um edifício existente dependerá da sua natureza e do tipo de trabalho a realizar. É por isso difícil estabelecer metas absolutas, sendo a recomendação de boa prática conseguir-se uma permeabilidade de $5m^3/(h.m^2)$ a 50 Pa.

O requisito de estanquidade existente em Portugal aplica-se exclusivamente às caixilharias e não ao edifício completo. Noutros países da União Europeia aplica-se a todo o edifício. Por exemplo na Grã Bretanha especifica-se um valor máximo de permeabilidade de 10m3(h.m2) exigindo que uma amostra significativa de novos edifícios seja ensaiada depois da sua construção, para demonstrar que este requisito foi conseguido.

Os resultados deste ensaio usam-se para:

- Avaliar a estanquidade do edifício em comparação com um *standard* reconhecido;
- Identificar as vias de saídas e entradas de ar;
- Avaliar o potencial para reduzir as perdas de ar do edifício;
- Medir as melhorias conseguidas depois da ação de correção.



1. Grelhas de ventilação ocultas no solo;
2. Fissuras no solo;
3. Fissuras nas janelas e portas;
4. Vias de comunicação com o exterior de solos e tetos através das cx-de-ar;
5. Fendas nas caixilharias e cx de estores;
6. Fissuras nas juntas de parede e coberturas;
7. Chaminés abertas;
8. Fendas nas zonas de acesso à cobertura;
9. Fendas à volta de instalações, por ex. iluminação;
10. Respiradores de tetos e coberturas;
11. e 13. Respiradores em WCs e cozinhas ou extratores;
12. e 14. Fissuras nas condutas (águia, AQS, saneamento, etc)
15. Fissuras nas juntas entre solo e paredes;
16. Fissuras junto de acessórios elétricos encastrados nas paredes.

Fig. 23. Vias mais frequentes de perdas e entradas de ar

5.4. Desvantagens da falta de estanquidade

CO_2

Emissões de CO2 mais elevadas;

Climatização

Para colmatar as perdas e entradas de calor excessivas o sistema de climatização aumenta o seu desempenho, gastando mais energia;

Conforto

As correntes e pontos frios podem causar incómodos. Principalmente as perdas, conduzem a uma habitação mais fria. As moradias com correntes de ar tendem a causar doenças nos seus ocupantes;

Risco de danos

O ar húmido ao penetrar no material de construção, pode degradar a estrutura e reduzir a eficácia do isolamento. Junto às saídas de ar, normalmente produzem-se manchas de pó no pavimento e revestimento de paredes.

Elemento	Boa prática PCS
Janelas e portas	Vede todos os espaços em torno de janelas e portas para evitar saídas de ar indesejadas
	Aplique massa de vidraceiro no exterior de todos os caixilhos antigos de portas e janelas
	Vede qualquer espaço interior onde a parede contacta com as janelas/porta exterior, com a mesma massa.
Paredes	Repare qualquer dano nos caixilhos de janelas e portas exteriores e assegure-se de que as soleiras e caixilhos fixos ficam herméticos. Substitua se necessário o sistema de fecho.
	As perdas de ar no interior das paredes podem resolver-se injetando isolamento projetado preenchendo todos os vazios existentes.
	Repare todos os danos existentes como fissuras nas paredes exteriores.
Solos	Melhores os solos de madeira colocando isolamento como indicado atrás.
Cobertura	Assegure-se que, havendo passagem para o sótão, esta se encontra bem vedada.
Cozinhas e WCs	Vede todos os espaços situados em volta de qualquer tubagem ou cabos que atravessem as paredes exteriores, coberturas e caves.

Tabela 8, Como melhorar a estanquidade nos edifícios existentes

6. CLIMATIZAÇÃO E AGUA QUENTE SANITÁRIA (AQS)

O aquecimento e arrefecimento proporcionam o conforto térmico onde e quando se necessita. O calor obtido através do sol, os ocupantes, o sistema de AQS, a cozinha e os eletrodomésticos apoiam a fonte principal de calor quando o sistema está em regime de aquecimento mas penalizam-na quando está em regime de arrefecimento.

O DL n.º 118/2013, nas regras dispostas nos Regulamentos (REH e RECS), compila num único diploma legislação que se encontrava dispersa e procede, assim, à atualização dos requisitos da qualidade térmica, à introdução de requisitos de eficiência energética e, complementarmente, à manutenção da promoção da utilização de fontes de energia renovável, com clarificação e reforço dos métodos para quantificação do respetivo contributo.

Um regime de aquecimento/arrefecimento é energeticamente eficiente quando:

- Está dimensionado adequadamente para climatizar um edifício que está frio ou quente num determinado espaço de tempo razoável (normalmente menos de uma hora), sendo necessário um cálculo correto das cargas térmicas e no emprego de rácios *standard*;
- Utiliza a energia tão eficazmente quanto for possível;
- Pode se controlar com exatidão;
- Tem controlos fáceis de usar e entender.

Um sistema eficiente tem um baixo custo de operação e pode aumentar o valor da habitação.

Uma substituição completa do sistema oferece a melhor oportunidade para melhorar a eficiência energética. Permite também reavaliar a eleição do combustível, que tem uma grande influência sobre os custos de operação e no impacte ambiental do sistema. Uma melhoria parcial pode também trazer muitos benefícios, em especial quando se melhora o isolamento.

6.1. Climatização

6.1.1. Eleição do combustível

A eleição do combustível depende da disponibilidade e afeta diretamente os custos de operação e as emissões de CO_2, como mostra o seguinte gráfico:

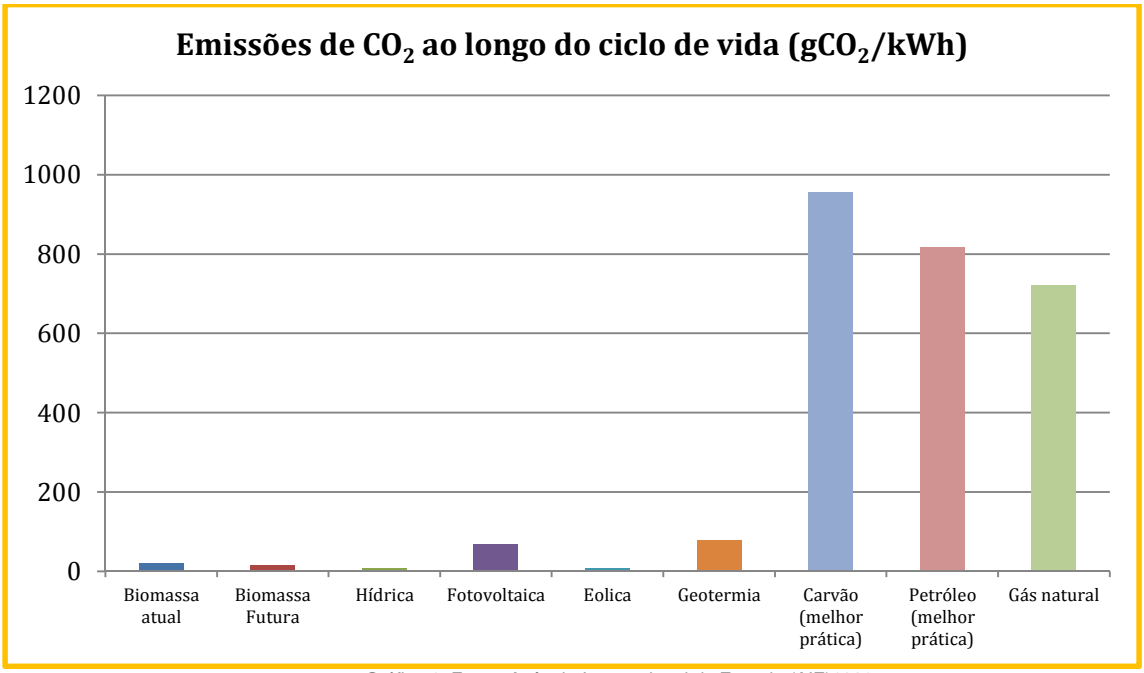


Gráfico 1, Fonte: Agência Internacional de Energia (AIE)1998

Devido às suas emissões de carbono inferiores às do carvão e petróleo, o gás natural é o combustível preferido, se disponível para sistemas de aquecimento de água.

O aquecimento através de resistências elétricas só se deveria utilizar depois de tomadas as medidas de isolamento, para evitar perdas.

6.1.2. Melhorias recomendadas

Os sistemas devem ser dimensionados corretamente, sendo necessário um cálculo correto das cargas térmicas no emprego de rácios *standard*. Há que ter em conta vários fatores, em especial para os novos sistemas colocados em edifícios em que o isolamento tenha sido reforçado:

- Há que avaliar as perdas de calor por ventilação;
- O tamanho da caldeira dependerá da quantidade de água quente necessária e pelas necessidades de aquecimento;

- Como segurança, devem ser descartados os ganhos provocados por outros sistemas, como por exemplo, calor gerados pelos ocupantes, pela iluminação, por outros equipamentos, etc…

É imprescindível consultar os utilizadores e aconselha-los sobre a melhor forma de operar os seus sistemas.

6.1.3. Caldeiras de condensação

Um método simples e económico de evitar a faturação da Energia reativa consumida, consiste na instalação de Baterias de Condensadores, pois além da redução da fatura de eletricidade, a correção do fator de potência permite ainda reduzir as perdas na rede interna, estabilizar os níveis de tensão, melhorar o tempo de vida útil dos equipamentos e minimizar o investimento em transformadores e cabos. Num sistema de aquecimento central, as caldeiras de condensação são a forma mais eficaz energeticamente de produzir água quente e aquecer a casa. O conceito de condensação é muito simples; ao contrário das caldeiras convencionais que permitem que os gases de combustão possam sair livremente para a atmosfera, as caldeiras de condensação aproveitam este calor transmitindo-o ao circuito de água quente sanitária ou ao de aquecimento. A condensação não só aumenta significativamente a eficiência da caldeira, como também reduz as emissões de gases para a atmosfera, contribuindo para combater as alterações climáticas. Uma caldeira de alta eficiência energética pode ser um excelente investimento na hora de escolher um novo sistema de aquecimento e água quente sanitária.

6.1.4. Caldeiras mistas

As caldeiras de condensação são a melhor opção para combinar com os painéis solares térmicos que pré-aquecem a água do circuito; este sistema permite poupar mais de metade da energia comparativamente com as caldeiras convencionais. No entanto existem caldeiras mistas.

As caldeiras mistas subministram aquecimento ambiente e água quente "instantânea". Não necessitam reservatório de água quente. A potência da caldeira é selecionada com base nas necessidades de água quente. Algumas caldeiras instantâneas mistas dispõem de uma instalação para *manter quente* que mantem a água dentro da caldeira, permanentemente quente, para evitar o tempo de aquecimento. Esta instalação deve ser programada para que se desligue durante a noite.

6.1.5. Radiadores

Colocar isolamento com uma capa refletante por detrás dos radiadores sobre paredes exteriores não isoladas, melhora o seu rendimento. De qualquer forma, uma parede exterior isolada reportará sempre melhores resultados. O que significa que, ao reabilitar o edifício melhorando o seu isolamento, pode originar a que os radiadores existentes estejam sobredimensionados, para as novas necessidades de aquecimento.

As válvulas termostáticas dos radiadores reduzem o risco de sobreaquecimento.

6.1.6. Sistemas elétricos

As emissões de CO2 e custos de operação dos sistemas aquecimento através de resistências elétricas convencionais são superior ás do gás natural. Por isso só deveriam utilizar-se quando o edifício é isolado convenientemente.

RACIO DE EMISSÔES APROXIMADO: ELETRICIDADE *VERSUS* GAS NATURAL = 3:1!

Os pacotes de aquecimento elétrico recomendados devem ser constituídos por:

- Aquecedores de armazenamento em horas de vazio, ajudados por um ventilador e convectores de apoio em horas de cheio para salas de estar;
- Aquecedores de armazenamento em grandes quartos de dormir e grandes cozinhas;
- Aquecedores convectores fixos em horas de cheio com temporizadores e termos e termóstatos em divisões pequenas;
- Aquecedores de fluxo descendente de apoio para casas de banho e cozinhas;
- Controle automático de entrada e saída e amortecimento controlado termostaticamente em todos os aquecedores acumuladores.

Os aquecedores acumuladores modernos com ventilador são mais pequenos e rápidos que os antigos. Um termóstato controla o armazenamento/saída de calor durante as horas de cheio/vazio, que podem além do mais, controlar-se com um termóstato simples. O controle do convector de apoio está ligado ao termóstato e só se acende quando quase todo o calor se esgotou.

6.1.7. Sistemas alternativos de aquecimento

Aquecedores de gás tradicionais

Com um bom nível de isolamento, dois ou três aquecedores de gás tradicionais podem a pouco suprir as necessidades de aquecimento em toda a habitação. Os custos de investimento são baixos, no entanto o desenho deve ser adequado para que a distribuição de calor seja uniforme.

Fig. 24. Aquecedores a gás tradicionais

A diferença entre estes dois tipos de aquecedores está na forma como emitem o calor, sendo que os primeiros proporcionam uma temperatura ambiente constante e homogénea e os segundos proporcionam uma sensação de calor mais rápida e direta.[8]

6.2. Arrefecimento. Melhorias recomendadas.

É muito comum em zonas muito quentes em Portugal, sobre dimensionar em excesso os sistemas de arrefecimento. Para fazer um bom projeto devem ter-se em consideração os mesmos fatores indicados para aquecimento e que vão afetar o seu comportamento de forma similar:

- Devem avaliar-se os ganhos de calor por ventilação;
- O tamanho dos equipamentos é determinado pelas necessidades de arrefecimento calculadas;
- O tamanho dos equipamentos deve ter em consideração o isolamento e fator solar dois envidraçados;
- Além destes ganhos, por ventilação e radiação solar, devem ainda considerar-se os ganhos determinados pela ocupação, iluminação, equipamentos etc…

É imprescindível consultar os ocupantes e aconselha-los sobre a melhor maneira de operar estes sistemas com vista a uma maior eficiência energética.

6.3. Regulação

A caldeira de aquecimento central deve apagar-se automaticamente quando não há necessidade de uso de água quente, através de um sistema de bloqueio.

As casas maiores devem dividir-se em zonas com controlo de tempo e temperatura para cada uma delas. Geralmente estas zonas dividem-se por pisos. Mas num edifício com grandes ganhos a Sul, por exemplo, deve ter esta zona dividida.

Os controlos de hora e temperatura fáceis de usar e sensíveis de ajustar por qualquer utilizador são os que produzem melhores resultados.

Como ajudar o projetista?

Os controlos do sistema de climatização devem ser fáceis de compreender e fáceis de ajustar de modo a:
Especificar um determinado tempo de climatização fácil de ler e ajustar e dispor de um programa por defeito;
Colocar o termóstato e o sistema de regulação onde seja fácil de ver e acessível;
Especificar os termóstatos, das habitações e do depósito, assinalando claramente a gama de "temperatura normal";
Os controles de temperatura devem ter uma opção de limite de temperatura facilmente ajustável para possibilitar a ausência do ocupante por mais de um dia.

6.4. Tubagem

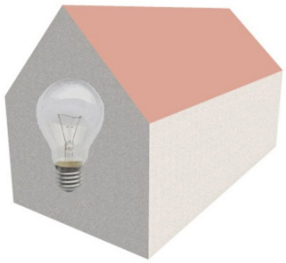
Toda a tubagem deve ser isolada. Qualquer tubagem fora da zona aquecida do edifício deve estar isolada para evitar perdas de energia e evitar a congelação recomendando-se que as tubagens para aquecimento sejam igualmente isoladas.

A caldeira deve ser colocada dentro do edifício sempre que possível e a distância necessária a ser percorrida pela água até ao depósito deve ser e menor possível. Da mesma forma, quanto mais perto estes tiverem dos banhos e cozinha, melhor, para evitar perdas no transporte.

6.5. Sistemas comunitários

Em determinadas urbanizações é possível instalar-se sistemas de aquecimento e/ou arrefecimento de grupo. Contudo, devem ser salvaguardadas as condições de monitorização, manutenção e gestão.

7. ILUMINAÇÃO E EQUIPAMENTOS



A eletricidade para iluminação e para os equipamentos (eletrodomésticos na cozinha) pode representar uma parte importante dos custos totais em energia e emissões de CO_2. Os proprietários e gestores podem reduzi-los:

- Especificando lâmpadas de baixo consumo sempre que possível e interruptores em todas as saídas da habitação;
- Recomendando cozinhar com gás natural, sempre que disponível;
- Elegendo eletrodomésticos de baixo consumo;
- Facilitando aos ocupantes informação sobre tipo de iluminação e eletrodomésticos de baixo consumo;
- Especificando fontes de eletricidade sustentáveis, como a fotovoltaica.

7.1. Iluminação

Boa prática PCS:

75% de todas os pontos de iluminação numa habitação deviam ter conexões especiais de alta frequência e baixo consumo-

Os consumos energéticos podem ser reduzidos:

- Dirigindo a luz somente para onde se necessita;
- Usando lâmpadas de baixo consumo;
- Controlando o uso da iluminação;
- Aproveitando a luz natural.

Os resultados seriam obtidos mais rapidamente nas três primeiras áreas mediante melhorias básicas na habitação.

As melhores poupanças conseguem-se se em obras de reabilitação forem colocados cabos específicos para iluminação de baixo consumo, fazendo parte, obrigatoriamente, dos trabalhos.

Uma lâmpada de baixo consumo tem uma eficácia luminosa superior a 40lm/W (a eficácia luminosa é uma medida de eficiência energética). As lâmpadas florescentes compactas e tubulares cumprem este requisito. As lâmpadas halogéneas de tungsténio (incandescentes) não cumprem.

Estas lâmpadas de baixo consumo têm uma vida útil muito superior às lâmpadas incandescentes tradicionais e utilizam muito menos energia.

FLURESCENTES COMPACTAS

FLURESCENTES TUBULARES

INCANDESCENTES

Fig. 25. Tipos de lâmpadas

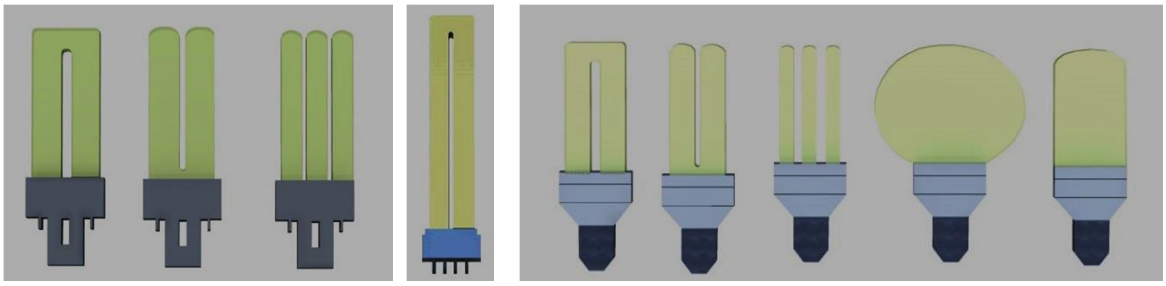
7.1.1. Iluminação comunitária

Todas as luzes comunitárias devem ser controladas por temporizadores, unidades foto elétricas, controles de interruptor ou detetores passivos de presença por infra vermelhos, dependendo do caso. As lâmpadas de baixo consumo também se devem utilizar, salvo onde haja interruptores ou detetores de movimento instalados.

7.1.2. Iluminação exterior

Na iluminação exterior em zonas comuns deve-se usar:

- Lâmpadas incandescentes com células foto elétricas (sensores de luz diurna) e detetores de movimento com uma capacidade máxima de 150 W;
- Lâmpadas de baixo consumo (eficácia 40 lm/W) e célula ou temporizadores compatíveis.



LAMPADAS FLURESCENTES COMPACTAS, BASE DE DOIS E QUATRO PINOS

LAMPADAS FLURESCENTES COMPACTAS INTEGRADAS

Fig. 26: Conjunto de desenho de lâmpadas CFL (*Compact Fluorescent Lamp*)

7.2. Equipamentos

Boa prática PCS:

Especifique electrodomésticos com classes altas de eficiência energética.

Os eletrodomesticos são responsáveis por uma grande parte do consumo energético numa habitação. Os eletrodomestcos eficientes energéticamante utilizam menos energia, o seu funcionamento é mais económico e, consequentemente, geram menos emissões de CO_2.

Os eletrodomésticos podem ser cada vez mais eficientes e, nas nossas casas, cada vez temos mais. Por isso, é mesmo importante eleger modelos eficientes em termos energéticos. A diferença no investimento, normalmente, não é significativa, mas durante a utilização do aparelho, há uma grande diferença no gasto em energia e nas emissões de CO_2 geradas.

As etiquetas energéticas facilitam a escolha por eletrodomesticos mais eficientes.

7.3. Etiquetas energéticas

Em 1995 a EU introduziu um plano obrigatório de etiquetagem energética para os eletrodomésticos caseiros, cobrindo os frigoríficos, arcas congeladoras e combinados. Esse plano tem sido ampliado desde então onde se incluem agora máquinas de lavar roupa, máquinas de secar roupa, máquinas de lavar louça, fornos elétricos, ar condicionado, televisores e lâmpadas. As etiquetas aparecem sobre estes produtos quando estão em exposição nas lojas comerciais, para permitir aos potenciais compradores comparar as suas eficiências.

As etiquetas energéticas mostram o consumo estimado de energia e atribuem uma classificação energética com base nesse consumo. A nova etiqueta energética, disponibilizada em 2012, adiciona mais três classes de eficiência (A+, A++ e A+++) e elimina as classes E, F e G à etiqueta anterior. No entanto, por algum tempo irão coexistir produtos com etiqueta nova e com etiqueta antiga.

Para a mesma capacidade e características, um aparelho classificado como A+++ é considerado mais eficiente e económico e utiliza aproximadamente metade da energia que um eletrodoméstico classe D.

Eletrodomésticos classificados entre A+++/A+ Poupança anual estimada 37€ / 8€*	
Combinado (A+++)	37
Arca congeladora (A+++)	26
Congelador vertical (A+++)	26
Frigorífico (A++)	16
Maq. lavar roupa (A+)	8
Maq. lavar loiça (A+)	16
*com base na comparação entre um eletrodoméstico anterior a 1995 e substituído agora por um com etiqueta energética	

Tabela 9, Poupança anual estimada, optando por eletrodomésticos eficientes

No entanto, a quantidade real de energia utilizada dependerá de como se utiliza o eletrodoméstico e, em alguns casos, da sua localização. Por exemplo, um eletrodoméstico frio (como o frigorífico) colocado ao lado de um forno, ou de uma janela onde incida sol, utilizará mais energia que um situado num local não aquecido. Pelo que, a distribuição dos eletrodomésticos numa cozinha é muito importante para a eficiência energética.

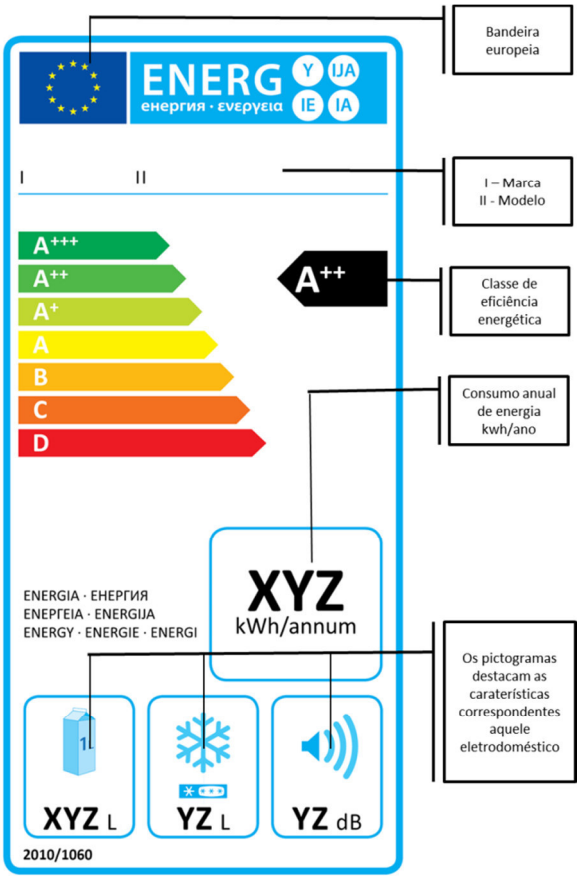


Fig. 27: Interpretar a etiqueta energética para eletrodomésticos

A nova etiqueta, que deve ser colocada de forma bem visível em todos os aparelhos expostos, é neutra quanto ao idioma e, portanto, igual para todos os países da União Europeia, pois os textos dão lugar a pictogramas. Cada aparelho é, obrigatoriamente, acompanhado por uma etiqueta energética e por uma ficha de produto, incluída na brochura ou noutra documentação fornecida.

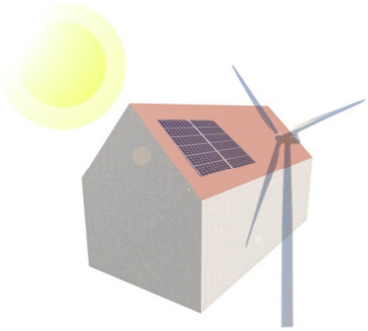
7.4. Facilitar a informação

Os utilizadores devem ter uma clara informação sobre a eleição de eletrodomésticos de baixo consumo e iluminação energeticamente eficiente. Pelo que, o material promocional também está sujeito à referência obrigatória da classe energética do produto, sempre que forem fornecidas informações sobre o seu preço ou energia.

A nova etiqueta é obrigatória para os aparelhos de refrigeração e televisores colocados no mercado desde 30 de Novembro de 2011 e para todas as máquinas de lavar roupa e louça colocadas no mercado desde 20 de Dezembro de 2011. É importante sublinhar que todos os aparelhos colocados anteriormente no mercado e que apresentem a etiqueta antiga podem ser vendidos sem limite temporal.

Embora a etiqueta dos equipamentos de refrigeração (tecnologia de compressão) e máquinas de lavar tenha as classes A+++ a D, ao abrigo dos regulamentos de conceção ecológica, apenas se encontram à venda no mercado máquinas de lavar que tenham uma classe de eficiência energética A ou superior e equipamentos de refrigeração que tenham uma classe de eficiência energética A+ ou superior.

8. TECNOLOGIAS RENOVÁVEIS E BAIXO CONSUMO ENERGÉTICO



Vários tipos de tecnologia renovável podem gerar eletricidade para um edifício ou para vários (fotovoltaica ou eólica, por exemplo).

Outras tecnologias renováveis e de baixas emissões de dióxido de carbono podem também contribuir para aquecimento e AQS, como as bombas de calor, a biomassa e solar térmica para AQS, e podem perfeitamente fazer parte de um projeto de reabilitação.

8.1. Fotovoltaica

Um painel fotovoltaico converte energia solar em eletricidade. Incluindo em altitudes nórdicas nubladas, os painéis podem gerar corrente para satisfazer toda a necessidade de eletricidade de um edifício. A instalação pode ser feita na maioria das vezes, sem qualquer incómodo para os ocupantes do edifício.

É uma tecnologia flexível e versátil. Os painéis podem ser colocados nos telhados, paredes verticais, coberturas planas e inclusivamente, fazerem parte da composição do edifício tornando-se decorativos, como por exemplo, a sua utilização em telhados de vidro e estufas… Assim, cumprem também a função estrutural e de proteção às intempéries, como as coberturas tradicionais, com a mais-valia de gerarem energia.

Fig. 28: Edifício solar XXI com painéis fotovoltaicos integrados na fachada (Lisboa)

8.2. Eólica

Já existem urbanizações onde aerogeradores comunitários podem ser adequados. No entanto há que ter em conta vários fatores: o regime de ventos local; permissão de instalação; níveis de ruído. As turbinas eólicas funcionam melhor em lugares relativamente desocupados, mas já existem unidades de mini eólicas, instaladas sobre altos postes que abrem novas possibilidades.

Fig. 29. Mini gerador eólico para edifícios

8.3. Micro cogeração

A diretiva europeia sobre cogeração define Micro cogeração como aqueles equipamentos de potência elétrica menor que 50kW.

Na cogeração uma parte significativa da energia gerada na produção de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis é libertada sob a forma de calor (energia térmica). Quando aproveitada, esta energia térmica pode servir para produção de vapor e aquecimento de água ou de ar, entre outras utilizações.

Assim, os cogeradores não são mais do que geradores de energia elétrica e térmica, e utilizam-se para AQS e aquecimento de edifícios residências e/ou comercias, ou seja funcionam como caldeiras convencionais. A diferença para uma caldeira convencional, é que os sistemas de micro geração geram eletricidade e calor com uma eficiência muito elevada, além de que ajudam a poupar combustível, diminuindo as emissões de gases com efeito de estufa e geram economia.

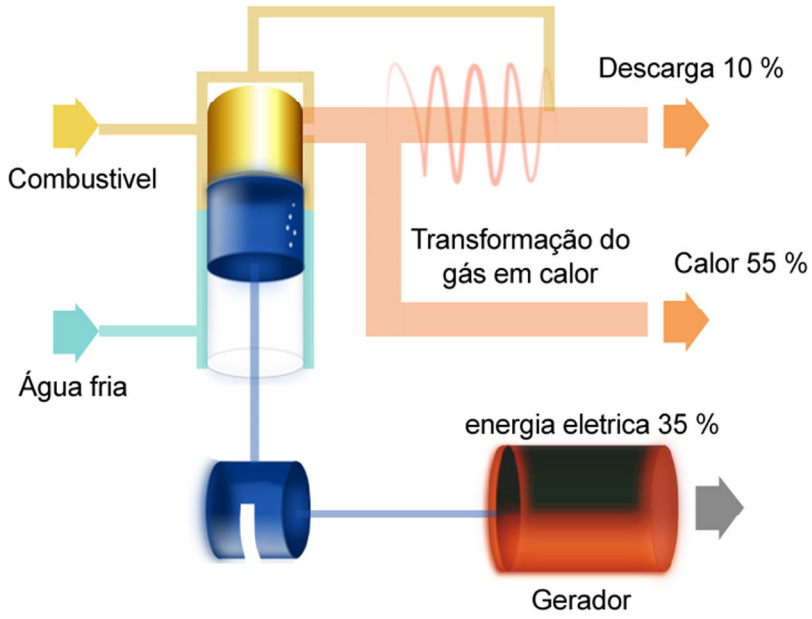


Fig. 30. Esquema de funcionamento de micro cogeração

A maioria dos equipamentos opera em paralelo com a rede eletrica, mas também podem injetar eletricidade na rede. O calor gerado nestes sistemas utiliza-se normalmente para aquecimento e AQS, mas também é possível ser utilizado para arrefecimento.

A microcogeração calorífica e eletrica é uma tecnologia emergente que se espera vir a ter um papel fundamental na racionalização de energia em casa.

As unicacdes de micro geração têm aproximadamente uo tamanho de um pequeno frigorífico ou caldeira e são parecidos de aspeto.

Fig. 31 Unidades de micro cogeração

Nos sistemas disponíveis atualmente, o calor passa para os radiadores através de água aquecida. A água quente doméstica é administrada por uma caldeira convencional. É possível conectar-se uma unidade de micro cogeração ao sistema existente de água quente, substituindo a caldeira.

Desta forma, as residências provavelmente não necessitam de grandes alterações e são minimizados os incómodos aos seus ocupantes. Os sistemas de micro cogeração, com maior produção térmica ajudam as residências difíceis de corrigir termicamente e que são ineficientes energeticamente. Nestes casos deve-se optar por estes sistemas uma vez que produzem menos emissões de carbono que uma caldeira convencional.

8.4. Biomassa

Se extraídos de fontes renováveis (incluindo os desperdícios de madeira e o cultivo de fontes energéticas), o combustível biomassa é 'neutro em carbono' , à parte da pequena quantidade de Co2 que se liberta durante o corte ou apanha, processo e transporte.

Os combustíveis de madeira apresentam-se mais comummente nos três formatos seguintes: troncos, *pallets* e pastilhas.

PASTILHA

PALLETS

TRONCO

Fig. 32. Tipos de biomassa

Apesar de recomendarmos a biomassa para ser utilizada em sistemas de aquecimento baseados em caldeira húmidas, devem ter-se em consideração as seguintes questões, quando se opta por este combustível:

Vigilância e manutenção

Há que controlar o consumo de combustível para garantir reservas adequadas. Os sistemas de alimentação automática necessitam manutenção e as cinzas resultantes têm de ser eliminadas.

Armazenamento

Dependendo da quantidade de combustível necessária, pode ser necessário a instalação de armazenamento adequado para o combustível. As pastilhas de madeira são as mais densas e devem ser as preferidas quando há limitações de espaço para armazenamento.

Fornecimento

Atualmente ainda há pouco fornecimento de pastilhas, mas o mercado tende a crescer.

8.5. Geotérmica

Este sistema transfere o calor da terra para o edifício mediante uma bomba de calor elétrica. É uma tecnologia baixa em emissões de carbono, pois embora necessite de eletricidade para fazer funcionar a bomba de calor, uma maior quantidade de calor utilizável é gerado por unidade de eletricidade utilizada.

Os sistemas necessitam de coletores no solo: podem ser horizontais ou verticais. Os horizontais são mais económicos, mas necessitam de mais terreno disponível para instala-los.

As instalações mais comuns são em casas individuais em zonas rurais, distanciadas da rede de gás e em urbanizações de baixa densidade com terreno disponível, Pequenos grupos de casas ou pisos podem ser também adequados para utilizar este tecnologia e podem utilizar-se as bombas para substituir centrais de caldeiras em sistemas de aquecimento comunitários.

Fig. 33. Sistema geotérmico vertical

Fig. 34. Sistema geotérmico horizontal

Também é fácil fazer uma troca ar-terra. O ar exterior é captado por uma turbina e passa por uma conduta enterrada de forna a fazer um intercâmbio de ar com o terreno – que tem sempre uma temperatura constante, mais fria que o exterior no Verão e mais quente do que o exterior no Inverno. Este ar é direcionado para a entrada do sistema de ventilação do edifício, climatizando-o.

8.6. Solar térmica para AQS

Estes sistemas utilizam a energia solar para produzir água quente. São especialmente apropriados onde já se está a realizar obras de melhoria no sistema de aquecimento e pode instalar-se um coletor solar no telhado.

Estes sistemas podem ser instalados apoiados por caldeiras para aquecimento ambiente, através de radiadores e/ou piso radiante, e para a produção de AQS. Normalmente apelidam-se de sistemas 'térmicos solares de baixa temperatura'.

Situam-se entre os sistemas de energia renovável mais rentáveis para os edifícios residenciais existentes. Durante os meses de Verão, um sistema típico, pode satisfazer entre os 80% e 100% da necessidade de água quente, sendo a percentagem muito mais baixa no Inverno (menos radiação solar).

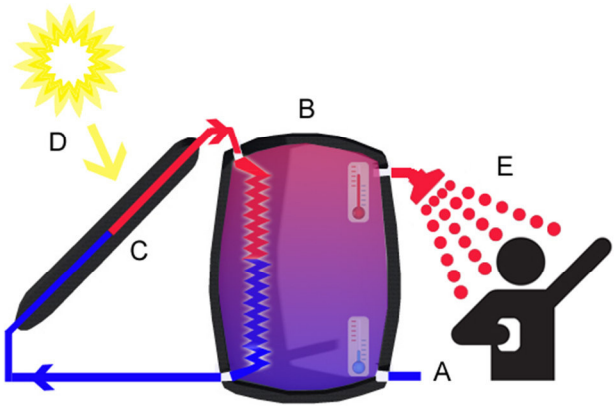


Fig. 35. Esquema de funcionamento do sistema solar térmico

Os principais tipos de sistema utilizam coletores de placas planas ou coletores de tubo de vácuo (C). Em ambos os casos, o liquido no coletor solar é aquecido pelo sol (D). Depois passa por uma serpentina num acumulador de água quente (B). A água (A) do acumulador pode utilizar-se a essa temperatura ou ser ainda mais aquecida com recurso a uma caldeira ou esquentador elétrico (E).

Ao utilizar aquecimento através de energia solar térmica em edifícios residenciais existentes, assegure-se de que existe uma zona orientada a Sul (entre 2 a 5 m2 para uma moradia unifamilar), na cobertura, onde seja possível instalar o painel solar térmico a + ou – 45^0 de inclinação, livre de somras (de chaminés, tubos de ventilação, janelas de sotão, etc).

Comprove ainda se necessita de premissão de obra para coletores montados na cobertura, especialmente em áreas protegidas ou outras zonas com regulamentação urbanística protegida. Inclusivé mesmo que decida não incluir AQS. Deve sempre que fizer obras deixar esta opção prevista, premitindo um dia mais tarde instala-lo sem qualquer problema.

Boa prática PCS:

Instale um acumulador de água quente maior do que o necessário, para um sistema alimentado por gás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] - ADENE, 2014 [on line]. Disponível em: http://www.adene.pt
[2] – TERMIPOL, 2014 [on line]. Disponível em: http://www.termipol.pt/index02.html
[2] – GYPTEC, 2014 [on line]. Disponível em: http://www.gyptec.eu/reabilitacao.php
[3] – GYPTEC, 2014 [on line]. Disponível em: http://www.gyptec.eu/documentos/Artigo_Gyptec_CongressoConstrucao2012.pdf
[4] - The UK's national system for rating Energy Efficient Windows, 2014 [on line]. Disponível em: http://www.bfrc.org/trade/energyRatings.aspx
[5] – CAIXIAVE, 2014 [on line]. Disponível em: file:///C:/Users/geral/Downloads/catalogo_guia_janelas_eficientes%20(1).pdf
[6] – Saint-gobain, 2014 [on line]. Disponível em: http://pt.saint-gobain-glass.com/
[7] – BOAVISTA, 2014[on line]. Disponível em: http://janelasboavista.com/pt/
[8] – Galp Energia, 2014 [on line]. Disponível em: http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/Produtos/EquipamentosGas/Paginas/Home.aspx

BIBLIOGRAFIA

BRUNDTLAND, G. H.- Our Common Future: The world commission on environment and development. Paris, Oxford University Press, 1987
CIB- Agenda 21 on Sustainable Construction. Rotterdam, Conseil International du Bâtiment, 1999
EUROSTAT- Energy, Transport and Environment Indicators, 2010 Edition. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2011
GUEDES, M., et al.- Sustainable architecture and urban design in Portugal: An overview.
ITECONS - Instituto de Investigação e Desenvolvimento: DL118/2013 de 20 de Agosto: Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH): Síntese da regulamentação aplicável (Decreto-Lei, Portaria e Despachos), 2014
KIBERT, C.- Sustainable Construction - Green building design and delivery. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc, 2008
Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH); 2013
Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE); 2013